الأسس العلمية

لإنتاج الأسماك ورعايتها

كافة حقوق الطبع محفوظة

الطبعة الأولى

١٤١٥هـ - ١٩٩٤م

دار النشر للجامعات المصرية - مكتبة الوفاء

٤١ ش شريف ت ٣٩٣١٢٣٤/ ٣٩٣٤٦٠٦ ، فاكس ٣٩٢١٩٩٧

الأسس العلمية
لإنتاج الأسماك ورعايتها

الدكتور
عبد الحميد محمد عبد الحميد

بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾
– النحل : ١٤

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ – الأنبياء : ٣

إهــــداء

إلى روح والدى طيب الله ثراه وأسكنه فردوسه الأعلى برحمته الواسعة

﴿ربنا اغفر لى ولوالدى وللمؤمنين يوم يقوم الحساب﴾ – ابراهيم : ٤١

إلى كل عامل جاد مخلص يرعى الله ...

﴿ وابتغ فيما أتاك الله الدار الآخرة﴾ – القصص : ٧٧

﴿وما تفعلوا من خير فإن الله به عليم﴾ – البقرة : ٢١٥

﴿إنى لا أضيع عمل عامل منكم﴾ – آل عمران : ١٩٥

إلى كل عالم متواضع مثابر يعمل بعلمه

﴿– إنما يخشى الله من عباده العلماء﴾ – فاطر : ٢٨

﴿قل هل يستوى الذين يعلمون والذين لا يعلمون﴾ – الزمر : ٩

مقدمـــة

رغم احتراف الإنسان القديم لمهنة الصيد بما فيها صيد الأسماك - وتدلنا آثار الحضارة الفرعونية القديمة على ذلك - إلا أن دراسة الأسماك كعلوم فهي حديثة ولا تزيد كثيرا عن مائتي عام، فقد بدأ العلم الحديث بتقسيم الأسماك والتعرف على تاريخها الطبيعي ، ثم تطرق إلى دراسة البيئة وبيولوجية الأسماك وفسيولوجيتها ووراثتها وهكذا .

وبتطور أساليب الإنسان في الحياه ، تبحر في عالم البحار للكشف عن ثرواته وألغازه ، فطور طرق الصيد ، وتتبع الأسماك وحركتها وسلوكها بأحدث وأعقد الأجهزة العلمية ، بل واضطر لمواجهة شدة احتياجات الإنسان للبروتين السمكي بعد زيادة تعداد السكان واستنزاف الأجسام المائية الطبيعية للصيد الجائر بها، واضطر إلى استزراع الأسماك في الأرض ، وتتطلب ذلك تكثيف علمه وإمكاناته في تطوير مزارع الأسماك ليزيد إنتاجها وبشكل اقتصادى، فسخر لذلك كافة العلوم البيولوجية والفيزيقية والهندسية والجيولوجية والفلكية وغيرها .

وفي كتابنا هذا تعرضنا لأسس الإنتاج السمكي من الناحية العلمية بشقيها النظرى والعملى في جزأين هما صلب هذا الكتاب الذى جمعت مادته العلمية على مدار ستة سنوات تخللها زيارات ميدانيه لكبرى جامعات العالم المتخصصة في تخريج وتدريب العاملين في حقل الأسماك من علماء وممارسين ومنتجين ، وكذلك لمزارع متخصصة في كثير من الدول وذلك للوقوف على الحديث في هذا العلم وتطبيقاته . وذلك لنقلها إلى كل مهتم بالأسماك ، من مستهلك ومنتج ومشرف وطالب وباحث من الناطقين بالعربيه ، عملا بقول أبى الأسود الدؤلى :

يا جامع العلم نعم الذخر تجمعه   لا تعدلن به درا ولا ذهبـا

ويقول الإمام الشافعى : " من أراد الدنيا فعليه بالعلم ومن أراد الآخرة فعليه بالعلم ، ومن أرادهما معا فعليه بالعلم » ، وبدعاء الرسول الأمين عليه صلاة الله وسلامه : " اللهم إنى أعوذ بك من علم لا ينفع " .

وأدعو المولى سبحانه أن ينتفع بهذا العمل وأن يكتب لي في ميزان حسناتي وسبحان رب العزة القائل في محكم كتابه : ﴿ وعلمك مالم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيما ﴾، والقائل : ﴿ وقل رب زدنى علماً ﴾، والقائل : ﴿ وفوق كل ذى علم عليم ﴾ ، والحمد لله رب العالمين .

الجزء الأول

الأسس النظرية
لإنتاج الأسماك ورعايتها

الباب الأول
موقع الأسماك من المملكة الحيوانية

الفصل الأول
تعريف الأسماك

يطلق لفظ " أسماك" للدلالة على الأحياء المائية ذوات الدم البارد (متغير الحرارة Poikilothermic) Cold - Blooded والتي تتنفس بالخياشيم ، ويوجد لها زعانف ، وتنتمي إلى الحيوانات الفقارية ، إلا أنه كثيراً ما يطلق على حيوانات مائية أخرى أنها أسماك ، رغم سهولة التمييز بينها وبين الأسماك الحقيقية على أساس التركيب الأساسي لأجسامها . فالأصداف أو المحار (السمك الصدفي) Shell Fish ليست بسمك حقيقي لعدم احتوائه على عمود فقري ، وكذلك الحيتان Whales وسمك يونس (خنزير البحر) Por-poises فرغم أنها حيوانات فقارية وتعيش في الماء إلا أنها حيوانات ثديية Mammals ، تتنفس الهواء الجوي بالرئات وليس بالخياشيم .

وعلى ذلك ومن باب التسهيل - وإن كان خطأ - فإنه يطلق لفظ أسماك مجازا على كثير من الكائنات المائية - خلاف الأسماك الحقيقية - والتي قد تتضمن القشريات Crustaceans من جمبري وكابوريا ، وإن كانت القشريات مجموعة حيوانات لا تنتمي إلى شعبة الحبليات فهي ليست من الأسماك ، ومنها حوالي ٢٦ ألف نوع موجودة بخلاف آلاف أخرى أنقرضت الآن ، ومنها ما هو كبير الحجم ومنها ما هو صغير الحجم.

كما تشمل الكائنات الحيوانية المائية كذلك على الزواحف (تماسيح وثعابين Snakes) ، وكذلك الضفادع Toads, Frogs ، والسلاحف Turtles، والقناديل Jelly Fishes ، والقنافذ Urchins، والأسفنجيات Sponges ، والشعب المرجانية Corals ، الأصداف Bivalves - كلم الظلول والمحار والقواقع Snails - والحبار Squid، والأخطبوط Octopus، والديدان ، وغيرها من الحشرات المائية، بجانب الطيور المائية المختلفة كالبطريق Penguin والبط والبجع والأوز والغُر والشطرف والبلاشون والبلبول وغراب البحر والنورس والشرشير والخضيري والبشاروش وزمار الرمل الأرجواني والسمان ، وخلافها كثيرا كالطائر الغطاس والطيور الغواصة ، بجانب النسور (عقاب البحر والسّماك Osprey والنسر الذهبي) وايضاً بجانب العوالق الحيوانية الصغيرة Zooplankton وغيرها، علاوة على عشائر الأحياء المائية الأخرى من بكتريا وطحالب وبروتوزوا وفطريات ونباتات مختلفة

فتحتوي المياه على حوالي ١٥٠ ألف نوع من الأحياء المائية وأكثر من ٧٠ ألف مليون طن من الأعشاب والطحالب والمواد العضوية الأخرى ، وذلك في المياة التي تشمل حوالي ٧١ ٪ من مساحة الكرة الأرضية. وتمدنا هذه المياه أيضا - بجانب الأسماك (سدس البروتين الحيواني الذي نستهلكة كغذاء) - بملح الطعام (ثلثي ما تستهلكه البشرية) والأوكسجين - تخلق النباتات المائية - إلى غير ذلك من أنعم الله

﴿وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾ - النحل : ١٤

﴿وجعلنا من الماء كل شئ حي ﴾ - الأنبياء : ٣٠

﴿وما يستوي البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون

حلية تلبسونها ﴾ – فاطر : ١٢

﴿ يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان ﴾ – الرحمن : ٢٢.

الفصل الثانى
تصنيف الأسماك
Fish classification

يتم تصنيف الأسماك بطرق مختلفة طبقا لغرض وطبيعة عمل المصنف ، فتصنيفها بالنسبة لعالم البيولوجى يختلف عن عالم التغذية ، أو عالم البيئة وهكذا .

وعموما يمكن تقسيم الأسماك من حيث

أولا : تصنيف علمي Scientific Classification :

تتبع الاسماك عالم الحيوانات Animal Kingdom ، شعبة الحبليات Phylum chordata، شعيبة الفقاريات Subphylum Vertebrata والتي تنقسم إلى أربعة فوق طوائف Super Classes هي :

١ - أسماك غير فكية Agnathans : ومنها الآن طائفة واحدة مازالت موجودة هي Class Cyclostomata ، وهى فقاريات أوليه عديمة الفكوك Jawless، وتحتها رتبة الجليكات Order Petromyzontia(سمك الجلكى Lampreys) ، ورتبة المخاطيات Order Myxinoidea (سمك جرّيث أو المخاطى Hag fish) ، وقد ظهرت هذه الاسماك فى حفائر العصر بعد الكمبريانى Ordovician Age أى منذ حوالى ٤٥٠ مليون سنة (أسماكها تشبه سمك الثعبان) ، فهى أول أسماك ظهرت كأسماك تاريخية Palaeozoic Fishes، ويعوزها العظام فى الهيكل ، وعديمة الزعانف الزوجية ، وأسنانها القرنية عديمة الشبه بأسنان الأسماك الأخرى ، وفتحات الخياشيم عبارة عن مسام منفردة أو زوج واحد ، وهى تعيش على القمامة بشكل طفيلي ، تضمنت كذلك أسماك صدفية منقرضة Ostracoderms، وهى لا تنتمى إلى الأسماك الحقيقية.

٢ - الأسماك المغطاة رؤوسها وصدورها بصفائح عظمية Placodermi : وهى أول فقاريات فكية Gnathostomes ، وقد انقرضت تماما الآن ولا توجد إلا أحافيرها فقط .

٣ - أسماك غضروفية (Chondrichthyes (Cartilaginous Fishes : وهى من الفقاريات الفكية ، وتبلغ

حوالى ٨٠٠ نوع ، وهى أسماك مفترسة ، ومن أمثلتها الأسماك صفيحية الخياشيم Elasmobranchii ذات القشور Placoid (القرش Shark ، الشفن Skate ، الراى Ray، كلب السمك Squalus وكلب البحر Dog Fish) والأسماك كاملة القحف عارية الجلد Holocephali(الكيميرا Chimaera، الشبح Ghost ، الجرز Ratfish). والأسماك الغضروفية تقع فى بداية التطور للفقاريات ، فهى أقرب إلى أسلاف الفقاريات من أى طائفه أخرى ، وهى كبيرة الحجم، وهيكلها غضروفى وقد يتكلس لكن لا يكون عظاما، وتحتوى الذكور على كلابات Claspers عند الزعنفة الحوضية لتساعد فى التزاوج ، إذ يتم إخصاب البيض (الأكبر حجما وأقل عددا عنه للأسماك العظمية) داخلياً بواسطة الذكور. ويميزها كذلك الجلد الذى ينتشر عليه نتوءات تشبه الأسنان والتى تمتد أحيانا كأشواك على سطح الجسم ، وعليها فتحات خيشوميه منفصلة أى مسام تنفسية Spiracle على الجانب أو تحت الرأس بدون غطاء خيشومى (فيما عدا سمك الأرنب Rabbitfish) ، ومعظمها أسماك بحرية .

٤ - أسماك عظمية Osteichthyes , Teleostomi , or Bony Fishes وهى كذلك فقاريات فكية ، تشكل حوالى ٩٧ ٪ من جملة الأسماك المعروفة الآن والبالغ عدد أنواعها حوالى ٢٥ ألف نوع ، تحتها حوالى ٤٠ ألف سلالة - المستخدم منها للإنسان حوالى ٣١٤ صنف - فالأسماك تشكل أكبر مجموعة فى الفقاريات ، خاصة إذا علمنا أن جملة الحيوانات الثديية على سبيل المقارنة حوالى ٤٥٠٠ نوع فقط . والأسماك العظمية لها هيكل عظمى ، ويغطى خياشيمها غطاء خيشومى على كل جانب من جانبى الرأس ، ولها زعنفه ذيلية ، ويغطى الجسم عادة بالقشور العظمية ، ولها مثانه عوم Swim bladder ، وتضع الإناث عددا كبيرا من البيض صغير الحجم عما تضعه الأسماك الغضروفية ، ويتم إخصاب البيض خارجيا ، والبيض يغطس إذا كان الماء عذبا بينما يطفوا إذا كان الماء مالحا .

وقد تواجدت فوق الطوائف الأربعة فى عهد تكوين الصخور الرملية الحمراء القديمة Devonian Period ، أى منذ ٤٠٥ - ٣٥٠ مليون سنة ، وهى الفترة التى يشار إليها كعمر للأسماك ، وقد كونت الاسماك الفكية المختلفة قديما طائفة واحدة هى طائفة الاسماك Class Pisces (Fishes) ، إلا أنه حديثا انقسمت إلى طوائف أربعة من بينها الغضروفية والعظمية ، بل أكثر من هذا أنه انقسمت فوق طائفة الأسماك العظمية إلى طائفتين مختلفتين تماماً هما :

أ - أسماك ذات زعانف مفصصة أو لحمية Class Sarcopterygii

(Flesh or Lobe - finned fishes) : ومنها أسماك رئوية Dipneusts (Lung fishes) كأسماك Protopterus ,Neoceratodus, Lepidosiren ، وأشكال أخرى بائدة Crossopterygians وانحدر منها البرمائيات ، وإن كان يوجد منها جنس Latimeria قرب سواحل جنوب أفريقيا .

ب - أسماك ذات زعانف شعاعية Class Actinopterygii

(Ray - finned Fishes) : وهى أكثر الأسماك العظمية ازدهاراً، ومنها الأسماك المعروفة بالأسواق الآن ، وتشكل ما يزيد عن ٩٩ ٪ من جملة الأسماك العظمية الحالية ، وذلك فى عده فوق رتب أهمها وأكثرها انتشاراً فى العصر الحاضر فوق رتبة الأسماك كاملة التعظم SuperorderTeleostei والتى تزيد عن ٢٠ ألف نوع بينما فوق الرتب الأخرى تشكل حوالى ٣٣ نوع تقريباً فى حوالى ٧ رتب (تشمل الأسماك فصية الزعانف والرئوية أى مزدوجة التنفس Dipneusti) من جملة الأسماك العظمية التى تنقسم إلى ٤٢ رتبة منها ٣٩ رتبة للأسماك شعاعية الزعانف (منها ٣٥ رتبة لكاملة التعظم).

وتنقسم الأسماك شعاعية الزعانف إلى ٣ فوق رتب :

١ - عظمية غضروفية Chondrostei : وهى أسماك شعاعية الزعانف أولية مثل البشير Polypterus (Bichir) ، والحفش Sturgeons ، والمجداف Paddlefish ، والغاب Reedfish ، وإجمالها ٣٥ نوعا.

٢ - تامة التعظم Holostei : وهى أسماك شعاعية الزعانف متوسطة ، تشمل أسماك البوفين Bowfin (Amia) ، وأبومنقار Lepisosteus (Gars) ، وهى ثمانية أنواع بدائية موجودة إلى الآن .

٣ - كاملة التعظم Teleostei : وتحتوى على ٤٠٨ عائلة ، تحتها ٢١ ألف نوع ، تمثل ٩٦ ٪ من الأسماك الحية ، وأهم رتبها :

أ - ثعبانية الشكل Anguilliform : وتشمل ٥٩٧ نوعا من ثعابين السمك (الأوروبى ، الأمريكى ، اليابانى).

ب - أشكال السالمون Salmoniformes : تحتوى ٣٢٠ نوعاً كالسالمون والتراوت والسمك الأبيض والكراكي.

جـ - الشبوطية Cypriniformes : وتشمل حوالى ٢٤٠٠ نوع كالمبروك وثعابين السمك الكهربية .

د - السلور Siluriform : تشمل حوالى ٢٢٠٠ نوع ، ومنها الأسماك القطية (كالقراميط).

هـ - أثيرينيفورم Atheriniformes : وتتضمن ٢٣٥ نوعاً كالميداكاس Medakas والكيلى Killifish .

و - العقربية Scorp: eniform : حوالى ١١٦٠ نوعاً ، منها أسماك الصخرى وأبو الحناء والغضيرى وعقرب البحر.

ز - برسيفورم Perciform : حوالى ٧٨٠٠ نوع، منها البركودة والبورى والفرخ والسهمى والشمس والشبع المغربى وأبو سيف.

وبهذا تشكل أوسع مجموعة متنوعة بين مجاميع الفقاريات المعاصرة ، وتشمل المجموعة السائدة من الأسماك (ما يقرب من ١٠٠ مليون سنة) ، ويعادل عددها الأنواع الكلية للثدييات والطيور والزواحف والبرمائيات مجتمعة معاً ، ومعظمها أسماك بحرية وبعضها أسماك مياة عذبة . وقد وصف كمال الدين الدميرى فى القرن الرابع عشر الميلادى فى كتابة (حياة الحيوان الكبرى) أنواعاً كثيرة من الأسماك التى تعيش فى الأنهار أو فى البحار كالقروش والكواسج والمنشار والمنارة والبطش والانكليس (ثعبان السمك) والشبوط والصير والقوقى والخوشقلا (البلطى) والخطاف (السمك الطائر) . وفى كتاب وصف مصر – الذى ألفه علماء الحملة الفرنسية – توجد ٢٧ لوحة تحتوى على الأسماك العظمية والغضروفية المنتشرة فى مصر ، وقد نُشر هذا المولف فى أوائل القرن التاسع عشر.

ثانياً : طبقاً للتغذية :

وتنقسم الأسماك حسب التغذية إلى ثلاثة مجاميع وهى :

١ – أسماك آكلة مواد حيوانية (آكلة لحوم) Carnivores (كالقروش) :

حوالى ٨٥ ٪ من الأسماك المعروفة.

٢ – أسماك آكلة مواد نباتية (آكلة عشب) Herbivores (كالبورى) :

حوالى ٦ ٪ من الأسماك المعروفة.

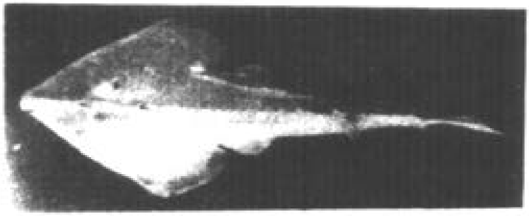
٣ – أسماك آكلة للمواد النباتية والحيوانية (مختلطة التغذية – كانسة – رمية) - Omnivores Scavengers - Detritivores (كالمبروك) : وتشكل حوالى ٩ ٪ من أنواع الأسماك المعروفة.

ويمكن للأسماك آكلة اللحوم أن تتغذى على الجمبرى حديث الفقس (طازجاً أو مجمداً أو مجفدا Freeze - dried ، والغذاء المجفد لا يحتاج تبريداً كما أنه معقم وأقل تلويثاً للماء) ويرقات البعوض والقواقع والمحار (بلح البحر) Mussels والسرطانات Crabs والسمك (سواء طازجاً أو مجمداً أو مجفداً أو مساحيق جافة) . أما آكلات الأعشاب فتتغذى على النباتات المائية أو الطحالب أو الخس أو السبانخ وغيرها من الخضروات والأغذية (طازجة أو مجمدة أو جافة) المحتوية على الكلوروفيل ، إلا أنه إذا جاعت الأسماك آكلة العشب ولم تجد سوى المواد الحيوانية فتأكلها ، لكنها لا تنمو كما لو غُذيت على مواد نباتية . أما الأسماك مختلطة التغذية فإنها تقبل التغذية على معظم الأغذية سابقة الذكر ، فيمكنها الحياة بالتغذية على علف حيوانى كامل ، وإن كان الأفضل أن تحتوى علائقها كذلك على مواد نباتية . والمعروف أن العديد من الأسماك اذا جاعت فإنها تأكل ما يقدم إليها أيا كان نوعه ، وعادة فى البيئة المختلطة الأنواع السمكية تُقدم بعض الأنواع على التهام الغذاء المختلف عن طبيعتها الغذائية وتشجع بذلك الأنواع الأخرى الأقل أقلمة للغذاء المختلف عن طبيعتها الغذائية لتبدأ فى التغذية عليه هى الأخرى .

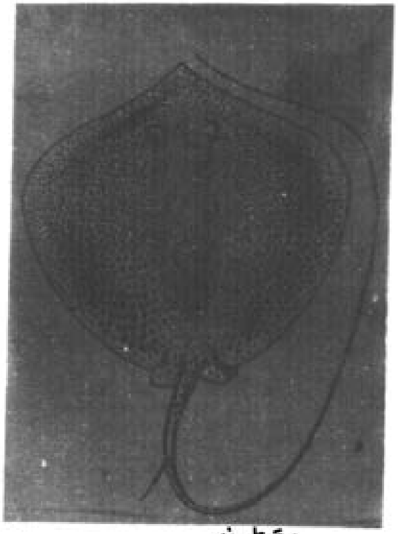
Taeniura lymma رقيطة

حلواني خشن

Rhinobatus halavi

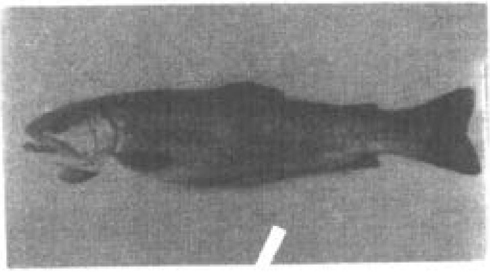


Dasyatis uarnak رقيط بني

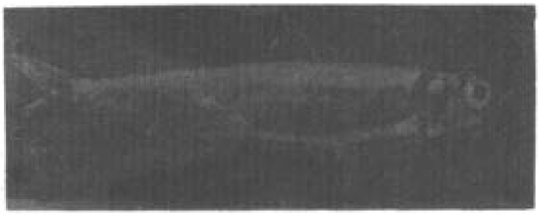


رقيط بن

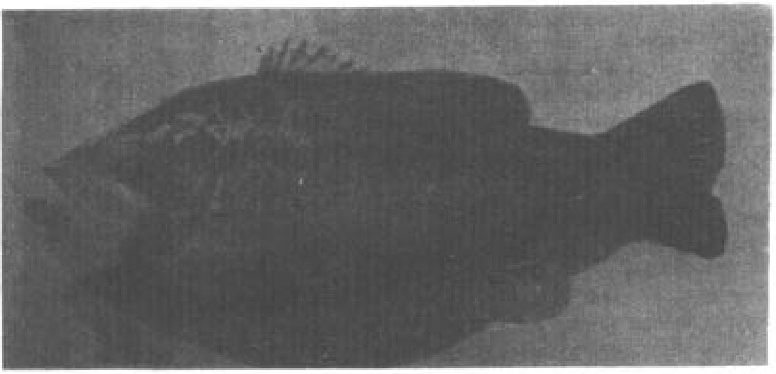
نماذج لأسماك غضروفية
(قـوابـــع)



Trout brook تراوت



Clupea sirm سردين مبروم



Micropterus salmoides قرخ أسود طويل الفم

نماذج للأسماك العظمية

ثالثاً : طبقاً لهجرتها :

تنقسم الأسماك من حيث الهجرة إلى مجموعتين وهما :

١ – أسماك مستوطنة لا تنتقل من المياة الإقليمية .

٢ – أسماك مهاجرة ، فبعض أسماك الماء العذب قد تنتقل إلى البحر لتبيض فيطلق عليها Catadromous Fishes كثعبان السمك ، والعكس فقد تنتقل بعض الأسماك من البحر إلى الماء العذب كالسالمون للتبويض فيطلق عليها Anadromous Fishes . فأسماك الأرانب تهاجر كذلك من القاع إلى الجرف القارى فى الصيف . وفى مصر تهاجر أسماك البياض (السليخ) محلياً ، ففى الصيف تتجمع نحو الشاطىء لوضع البيض ثم كذلك فى الشتاء تهاجر ثانية إلى الشواطىء بحثا عن الطعام . كما قد تهاجر الأسماك عمودياً بحثاً عن الغذاء ، فهى هجرة مرتبطة بشدة الضوء والغذاء.

وتتأثر الهجرة باختلافات بيئية معينة ، سواء فى الضوء أو الحرارة أو الرياح والتيارات والملوحة ، وكذلك بتأثيرات هرمونية كالتى تؤثر على التنظيم الأسموزى – كالثيروكسين – فيجعل الأسماك أقدر على تحمل اختلافات درجة ملوحة الماء المهاجرة إليها ، ومن هذه الهرمونات كذلك الكورتيكوستيرويد الذى له تأثير فى التنظيم الأسموزى للسمك . فالهجرة إما رأسية أو أفقية وترتبط بالتغذية أو التكاثر .

فثعبان السمك الأوربى والأمريكى والسالمون وغيرها تهاجر لوضع البيض على أعماق معينة فى الماء ثم تموت بعد ذلك وعندما يفقس البيض وتنمو اليرقات تتجة إلى الموطن الأصلى لأبائها على بعد آلاف الكيلومترات والتى قد تستهلك فى هذه الرحلة العديد من السنوات ، وتتكرر الرحلة والتى قد تهتدى فيها إلى أوطانها باستخدام روائح نباتات مميزة أو روائح التربة ، وربما تستخدم اتجاه الشمس – كما فى هجرة الطيور – ، كما تستخدم الأسماك مجال الأرض المغناطيسى فى إبحارها بجانب المؤثرات الأخرى من تيارات ودرجات الحرارة ووفرة الغذاء .

والهجرة Migration الرأسية فى الأسماك بصعود أنواع معينة فى الليل لمسافة ٤٠٠ – ٦٠٠ متر (عندما ينضب الغذاء) حيث يتوفر الغذاء ، ثم تعود إلى الأعماق ثانية فى الصباح فتنقل المادة العضوية بسرعة إلى أعماق شديدة ، سواء فى صورة غذاء أو روث للأحياء الأخرى .

رابعاً : طبقاً لنوع المياه :

فقد تقسم الأسماك إلى أسماك مياة عميقة ، وأخرى تفضل الحياة فى الماء الضحل . كما قد تقسم إلى أسماك مياة عذبة (نهرية) Freshwater Fishes ، وأسماك مياة مالحة (بحرية) Saltwater (Marine) Fishes ، وأخرى تعيش فى الماء الشروب (خليط من الماء العذب والمالح) Brackish water.

وقد تقسم كذلك من حيث درجة حرارة المياة إلى أسماك مياة باردة ، وأسماك مياة دافئة.

خامساً : طبقاً لطريقة التكاثر :

فمعظم أنواع الأسماك تنتج البيض وتضعه ليلقح خارجياً ويفقس بعد ذلك ، إلا أن القليل من الأنواع يستبقى البيض فى المبيض ويلقح داخلياً ، ويتأخر التبويض لحين فقس الأجنة ، فتمر الصغار إلى الخارج عن طريق قناة المبيض.

سادساً : طبقاً لفترات النشاط :

تظهر الأسماك فترات نشاط محددة كمعظم الحيوانات الأخرى ، إذ إن هناك :

١ – أسماك نهارية Diurnal النشاط ، إذ تنشط بعد الشروق وتعتمد في تغذيتها على الرؤية.

٢ – أسماك ليلية Nocturnal النشاط، فتكون أكثر نشاطاً فى الليل ، والسمك الذى يأكل ليلاً يعتمد على حاستى الشم والتذوق فى الوصول إلى طعامه.

سابعاً : طبقاً للأهمية الاقتصادية :

فالسمك إما أن يستخدم فى تغذية الإنسان أساساً بطرق مباشرة فى صورة المختلفة : طازجها ومخللاً ومملحاً ومجففاً ومطهياً بالشىء والقلى ومسبكاً وفى مرقة وفى صلصة وسلاطة ومدخناً وفى عجائن ومستخلصاً وغيره. أو قد يتحصل عليه الإنسان لكن بطرق غير مباشرة عن طريق دخوله فى أعلاف الحيوانات الأخرى وتسميد التربة الزراعية ثم بتغذية الإنسان على منتجات الحيوانات الأخرى أو التربة الزراعية هذه ، ويكون قد تحصل بشكل غير مباشر على الأسماك . كما يستخدم السمك فى الزينة والرياضة، وتستخدم فى المقاومة البيولوجية للحشائش والطفيليات، وتدخل الأسماك فى بعض المستحضرات الطبية كذلك.

ثامناً : طبقاً للسلوك الاجتماعى :

كثير من الأسماك اجتماعى Gregarious ويميل للتواجد فى جماعات ، بينما البعض الآخر (كالكراكى البالغ Adult Pike والفرخ الأسود Black Bass) يميل للوحدة Solitary.

تاسعاً : طبقاً للشكل الخارجى :

أ – من حيث تكوين الجسم الظاهرى : تختلف الأسماك فى أشكالها من انسيابية (تونة) ، إلى مضغوطة (بلطى) ، ومبطوطة (قوابع) ، وثعبانية (حنشان)، وخيطية (أنبوبية) ، وسهمية (مكرونة) ، وغير ذلك وهناك أسماك تشبه البقر أو الحصان أو الأرانب أو الديك أو رأس الثور ، ونحو ذلك.

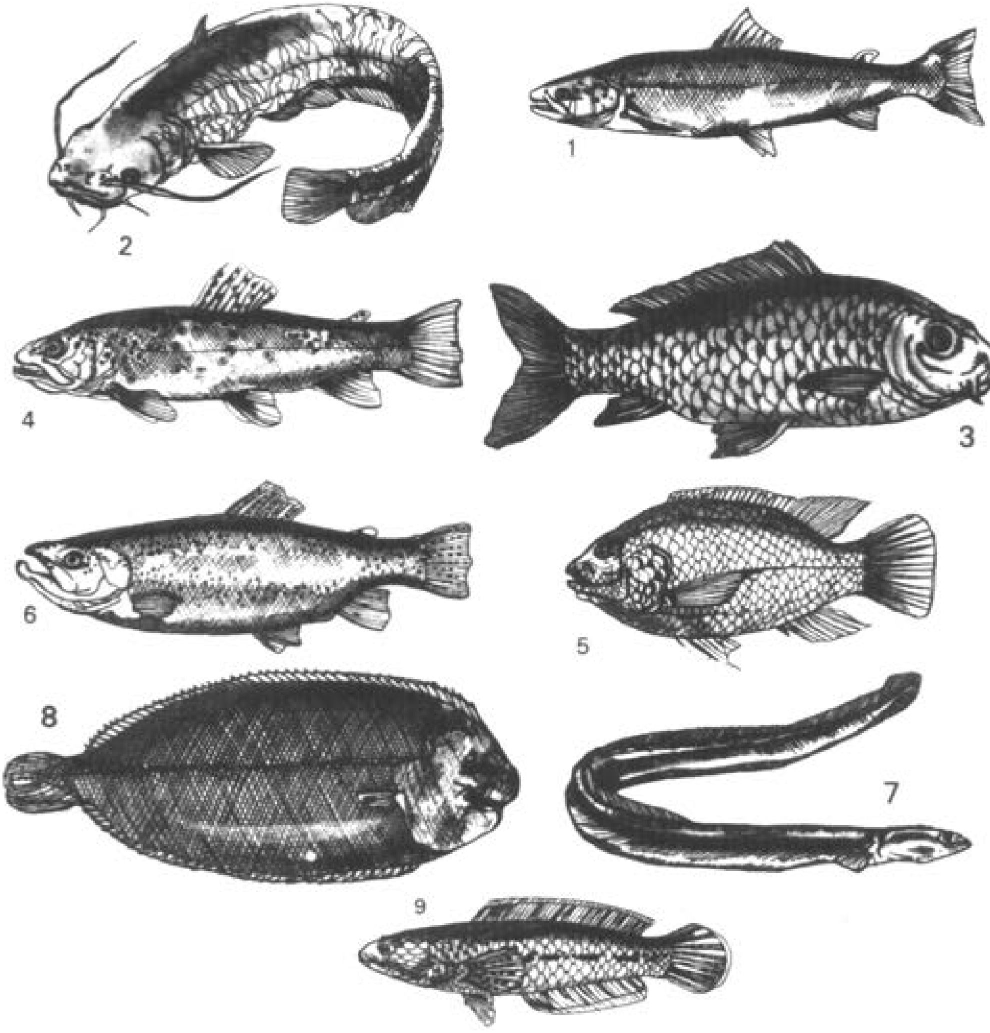
ب – من حيث اللون : فتختلف الأسماك من حيث لون الجسم وطراز التلوين ، هناك أسماك بيضاء ، وأخرى زرقاء ، أو بها مناطق ملونة بالأحمر أو الأسود أو البرتقالى : أو منقّطة ، أو مخططة ، وغير ذلك مما يميز الأنواع المختلفة عن بعضها . وقد تتباين ألوان السمك نفسه كنوع من محاكاة البيئة فى قاع

البحر (كما فى الجو بى وبعض أنواع القوابع) وهذا يتوقف على خلايا صبغية خاصة فى الجلد تمتد وتتقلص تحت تأثيرات عصبية وهرمونية .

جـ – من حيث مكان وشكل بعض الزعانف : إذ تختلف الأسماك من حيث مكان توزيع الزعانف الحوضية (فى وضع بطنى ، أو أمام البطن ، أو صدرى ، أو تحت الرأس) ، أو شكل وتركيب الزعنفة الظهرية (جزء واحد أو ٢ – ٣ أجزاء) ، أو شكل الزعنفة الذيلية (مستديرة ، مستقيمة ، مقعرة ، هلالية ، أو شوكية) ، والزعنفة الشرجية قد تكون اثنان كما فى سمك القد cod (Gadus morhua) .

د – من حيث موقع فتحة الفم وتركيبه : فالأسماك إما أن تكون فتحة فمها سفلية ، أو تحت سفلية ، أو أمامية ، أو علوية .

هذا عدا الاختلاف بين الأسماك من حيث مدى وجود الفك وشكل الأسنان وعددها وتوزيعها على الفكين وغيرها مما يستخدم فى التعرف على أنواع الأسماك (انظر كذلك الأشكال من ١ إلى ٤ بالملزمة الملونة).



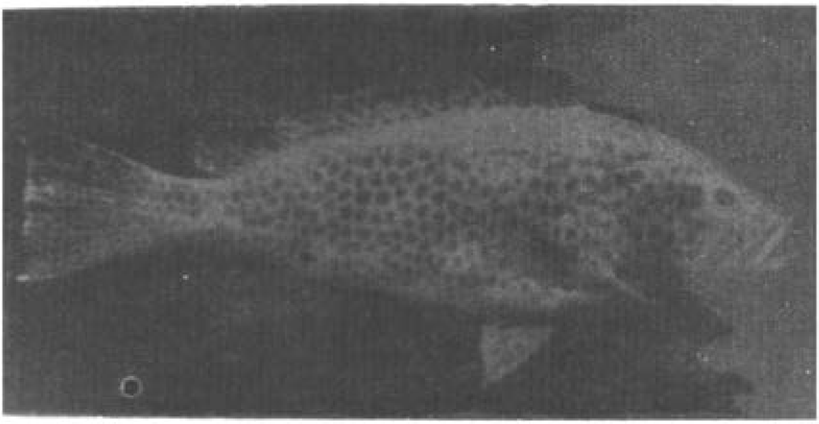
١ – سالمون   ٢ – قرموط   ٣ – مبروك

٤ – تراوت بني   ٥ – بلطي   ٦ – تراوت قوس قزح

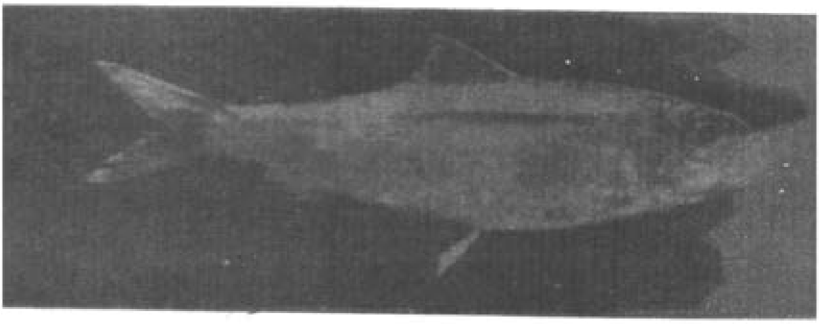
٧ – ثعبان السمك (حنشان)   ٨ – موسى   ٩ – رأس الحية

نماذج لأشكال الجسم والزعنفة الظهرية والزعنفة الذيلية والزعنفة الحوضية ومواضع فتحات الفم المختلفة في الأسماك.

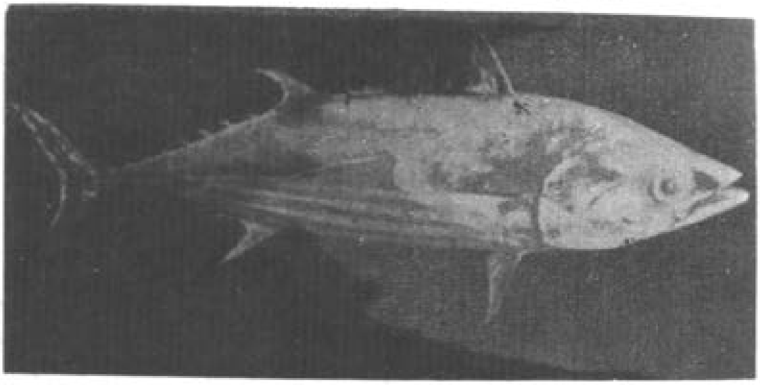
أشكال مختلفة للزعنفة الذيلية



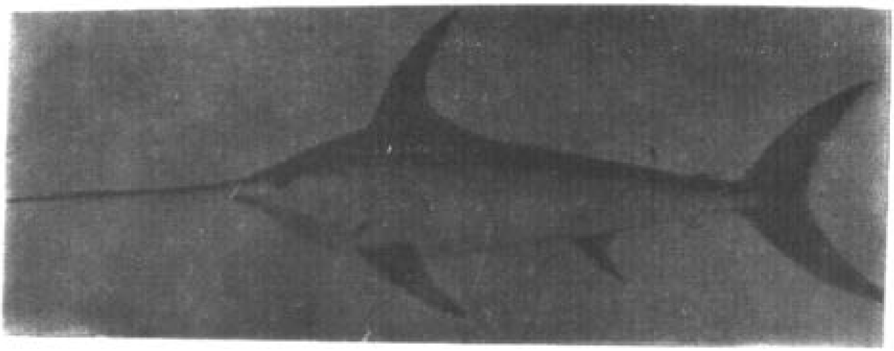
Epinephalus megachir كشرطينة



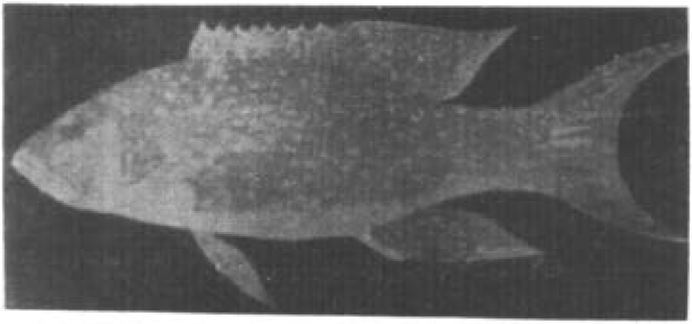
Sardinella jussieu سردين بخط أصفر



Euthynnus pelamis تونة مخططة



Xiphias gladius سياف البحر (سيف)

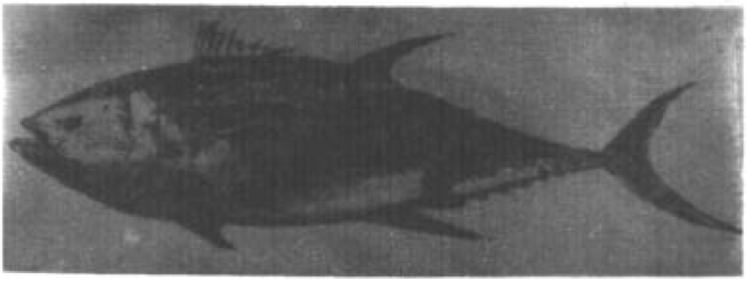


كشـــر شـريــف

Variola louti

الفرســـة

Istiophorus gladius



تـونـة صـفـراء

Germo albacora

اختلاف أشكال الزعانف والفم والجسم للأسماك

الفصل الثالث
أهمية وقيمة الأسماك

أولا : كغذاء للإنسان :

يقول الرسول الكريم صلوات الله وسلامه عليه وعلى آله : « أحلت لنا ميتتان ودمان : السمك والجراد والكبد والطحال » ، كما قال صلى الله عليه وسلم عن البحر : « هو الطهور ماؤه ، الحل ميتته » . كما أحل أكل جميع الحيوانات البحرية كيفما وجدت - حية أم ميتة - بتصريح المولى عز وجل فى أكثر من سورة وآية قرآنية ، فيقول تعالى : « أحل لكم صيد البحر وطعامه متاعا لكم » (المائدة : ٩٦) ، ويقول سبحانه : « وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها » (النحل : ١٤) ، وفى القرآن إشارة كذلك لكل مايفيد الإنسان فى لبسه وزينته مما يستخرجونه من البحر بل ومن الماء العذب كذلك ، إذ يقول جل شأنه : « ومايستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون حلية تلبسونها » (فاطر : ١٢) .

وتلعب الأسماك دوراً هاماً فى إمداد الشعوب بالبروتين الحيوانى ، خاصة فى الدول النامية ، ففى آسيا تُشكل الأسماك حوالى ٣٠٪ من البروتين الحيوانى المستهلك ، وبإجراء دراسة موسعة فى غانا وملاوى وجد أن استهلاك الأسماك أكبر فى الجماعات منخفضة الدخل من السكان بمعدل ٢-٣ مرات أكثر من استهلاك اللحوم ، وهذا يتوقف طبيعيا على مدى وفرة الأسماك ومنتجاتها وأسعارها وجودتها ، والسمك بجانب كونه مصدراً للبروتين الحيوانى ، فهو مصدر للدهون الضرورية والفيتامينات والمعادن ، فكيلو السمك يغطى احتياجات الفرد من اليود لمدة ٥٠ يوما .

وتدخل الأسماك فى كثير من الأطباق الشعبية ، فقد تضاف إلى المرقة ، أو تخمر لعمل عصير Sauce ومعجون Paste ، ويعمل من السمك المجفف دقيق ، كما يؤكل السمك فى شكل مملح ومدخن ومحمر ومشوى ومطبوخ ومعجون وسجق ولحم وعصير ، سواء كما هو أو فى منتجات منفردة أو كإضافات لعديد من الوجبات والأطباق سواء طازجا أو مجمدا أو معلباً . كما يستخدم زيت السمك ، والبطارخ أو الكافيار Caviar الذى يستخرج من البورى ويطلق عليه بوتارجو Botargo ، أو من السالمون ويطلق عليه كافيار أحمر ، أو من الحفش Sturgeon ويطلق عليه كافيار أسود ، أو من أى نوع ويطلق عليه بطارخ سمك Fish Roe ، وهو بيض السمك المحفوظ بالتمليح أو التمليح والتخمر .

دور السمك كمصدر بروتين في غذاء سكان العالم (FAO,1990)

	٪ بروتين السمك بالنسبة للبروتين الكلى المستهلك	٪ بروتين السمك بالنسبة للبروتين الحيوانى المستهلك
العالم	٥.٣	١٥.٥
إفريقيا	٤.٢	١٩.٥
أمريكا الشمالية والوسطى	٣.٤	٥.٨
أمريكا اللاتينية	٣.٦	٨.٠
آسيا	٥.٨	٢٩.٣
أوروبا	٤.٥	٨.١
الاتحاد السوفيتى (سابقا)	٨.٦	١٧.١

وبروتين السمك عالى القيمة الحيوية ٩٣٪ (من قيمة لبن الأم) بينما لبن البقر قيمته الحيوية ٨٩٪ ولحوم ذوات الدم الحار ٨٧٪ .

ودهن السمك غنى بالأحماض الدهنية الضرورية التى تخفض من تركيز كوليسترول دم الإنسان خاصة فى أسماك الماء البارد كالرنجة والماكريل .

ويختلف التركيب الكيماوى للسمك باختلاف نوع السمك (دهنى ، نصف دهنى ، لحمى) ، وتركيب العضلات (بيضاء ، حمراء) ، وموقعها ، والحالة الفسيولوجية (موسم التكاثر) ، والجنس والعمر وموقع الصيد وموسميته . ولكن بشكل عام فإن تركيب السمك من المغذيات المختلفة يتراوح مابين ٦٤-٨٤٪ رطوبة ، ١٥-٣٠٪ بروتين ، ٠.١-٢٤٪ دهون ، ٠.٨-٢٪ رماد ، وحوالى ٠.٣٪ كربوهيدرات .

وقد ترجع هذه الاختلافات لتباين ظروف البيئة (غذاء - تيارات - حرارة - أملاح) .

فالعوامل المؤثرة على التركيب الكيماوى للسمك منها مثلا :

١ - **الصنف** : فهناك أصناف لحمية كالقاروص والمرجان والبياض والبلطى ، وأخرى نصف دهنية كالدنيس والسردين والبورى والطوبار ، وأسماك دهنية كالثعبان والمياس . وهناك أنواع تمتاز بسرعة ترسيب الدهن عن أنواع أخرى .

٢ - **موسم الصيد** : تتباين الأسماك فى تركيبها من الطاقة والبروتين والفيتامينات بتباين مواسم صيدها . وقد لايختلف التركيب فى أسماك أخرى على مدار العام .

٣ - **الجزء المختبر** : العضلات البيضاء (بروتينية) والحمراء (دهنية) مختلفة التركيب ، كما يختلف تركيب الجانبين الأيمن والأيسر لنفس السمكة خاصة فى محتواهما الدهنى ، ويزيد محتوى العضلات

الحمراء بفيتامين (B) وبمركب ثالث ميثيل أمين أكسيد (TMAO) وبالهيستيدين عن العضلات البيضاء . كما يتركز حمض الاسكوربيك فى طحال السمك ثم الكلى فالغدد الجنسية Gonads والكبد والمخ والعين ، وأقل تركيز وجد فى القلب والدم .

٤ – الملوحة : زيوت الأسماك المالحة أغنى فى الأحماض الدهنية طويلة السلسلة عديدة عدم التشبع عنها فى زيوت أسماك المياه العذبة ، كذلك فأسماك الماء المالح أغنى فى محتواها المعدنى وفيتامين (D) ومركب (TMAO) عنه فى أسماك الماء العذب .

٥ – الجنس : قد يلعب دور فى التركيب الكيماوى ويختلف تأثيره باختلاف الأنواع والأعمار والأحجام والحالة الفسيولوجية .

٦- الحالة الفسيولوجية : يختلف تأثيرها باختلاف الجنس والنوع ، فيزيد بروتين الإناث فى بداية مرحلة التوالد عنه فى الذكور ويتغير الوضع بعد انتهاء وضع البيض إذ يزيد بروتين الذكور عن الإناث . وقد يزيد الدهن فى الأسماك عند اكتمال النضج الجنسى .

٧ – العمر : يتوقف محتوى السمك من البروتين والدهن والهيستيدين و TMAO وفيتامين (A) والكالسيوم على العمر ، إذ تزيد بزيادته وبزيادة الوزن أو الحجم . وقد ينعكس الوضع فى بعض الأسماك من المياه العذبة فيقل محتوى الأسماك الأكبر حجما من الطاقة عنه فى الأسماك الأصغر حجما من نفس النوع .

وتصفى الأسماك بصفة عامة ٤٠–٨٠٪ حسب العمر والحجم والجنس والتغذية وموسم الصيد والحالة التناسلية والنوع ، وهذه العوامل مسئولة كذلك عن نسبة البروتين والدهن . ونسبة البروتين ترتبط عكسيا بنسبة الدهن وإيجابيا بنسبة الرطوبة ، لذلك فنسبة البروتين أعلى فى الأنسجة البيضاء عنه فى الأنسجة الحمراء ، بينما العكس صحيح بالنسبة للدهن الذى يزيد فى الأنسجة الحمراء للسمك عنه فى الأنسجة البيضاء . وتزداد نسبة بروتين العضلات فى الصيف عنها فى الشتاء لانخفاض استهلاك العلف فى الشتاء وتحتوى لحوم الأسماك على جميع الأحماض الأمينية الضرورية ، وتتركز هذه الأحماض فى لحوم الأسماك الغضروفية بتركيزات أعلى منها فى الأسماك العظمية ، وعموما تتواجد هذه الأحماض فى الأسماك بنفس النسب التى يتطلبها جسم الإنسان تقريبا ، لذا يعتبر بروتين السمك من البروتينات الكاملة عالية القيمة البيولوجية . وقد تصل نسبة البروتين الكلى فى السمك إلى أعلى من ٥٠٪ وزن جاف .

كما يرتبط بروتين وماء ورماد أنسجة السمك (خالية الدهن) بشدة مع بعضها البعض وكذلك مع الطول الشوكى للسمك ، ويزيد محتوى جسم السمك من كل من الدهن والبروتين والطاقة بانخفاض محتواه المائى (بزيادة العليقة) ، ويرتبط محتوى جسم السمك من الطاقة (حسابيا) مع محتواه الدهنى . ويمكن حساب تركيب السمك الحى من قياس وزن السمك وطوله (باستخدام معاملات تحويل) ، إذ تزداد كل من المكونات الكيماوية والأنسجة بطريقة منظمة لتبدو العلاقة ثابتة مع وزن الجسم . ولم يشر إلى الكربوهيدرات لانخفاض نسبتها جدا (٠.٥٪ من وزن جسم السمك) .

كما يرتبط التركيب المعدنى بوزن (نمو) السمك كما فى حالة الكالسيوم ، بينما هناك عناصر أخرى

تظل تركيزاتها ثابتة وعناصر غيرها تقل أو تزيد بتقدم العمر (الحجم) .

أما دهون السمك فقد تنخفض عن ١٪ كما فى أسماك الهادوك Haddok والقد أو ترتفع إلى ٤٤٪ كما فى السردين (على أساس الوزن الجاف) . وهناك علاقة عكسية بين محتوى الدهن والماء فى عضلات السمك ومجموعهما كنسب مئوية يكون حوالى ٨١٪ .

ودهن السمك أهم مصادر طاقته المخزنة التى تستخدم أثناء النضج الجنسى والصيام والهجرة . ويزداد الدهن (٪ من وزن الجسم) بزيادة العمر والوزن والتغذية . ويخزن الدهن فى صورة دهون حقيقية ولحد قليل فى صورة فوسفوليبيدات وستيرولات واسترات وشموع وأحماض دهنية حرة ، باستثناء البورى الذى يشكل استر الشمع مصدر طاقة رئيسى له . ودهن السمك أكثر حركة Dynamics من بروتينة إذ لاتتغير نسبة البروتين فى السمك إلا قليلا خلال السنة . ودهن العضلات الحمراء فى السمك يخزن فى الخلايا وخارجها بينما دهن العضلات البيضاء يسود خارج الخلايا .

ويرتفع محتوى دهن الذيل والعضلات الحمراء (الغنية بالفوسفوليبيدات الكلية) ، ويتركز الدهن فى الكبد ، وتزيد نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة فى أسماك المياه المالحة عنه فى زيوت أسماك الماء العذب . وأهمية دهن السمك ترجع لمحتواه من الطاقة والأحماض الدهنية الضرورية والفيتامينات الذائبة فى الدهون ، ويستخدم للتغذية وللعلاج وصناعة المسلى والبويات .

وتتميز دهون الأسماك بارتفاع محتواها من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة (أكثر من ١٨ ذرة كربون) والتى منشأها القشريات (Copepods) المأكولة . وتستخدم دهون الأسماك فى كثير من أغذية الإنسان والحيوان فى شكل :

١ – شرائح أسماك ، وأغذية سمكية مصنعة .

٢ – مسحوق سمك (مركزات بروتين سمك) .

٣ – سيلاج سمك .

٤ – زيت السمك .

٥ – زيت السمك المهدرج جزئيا ، والمحمض والمهدرج جزئيا .

وتتقارب الأسماك فى نسبة الفوسفوليبيدات (بالنسبة للدهون الكلية والمتعادلة) التى تعتبر ثابتة نسبيا ، لكن تتباين الأسماك فى محتواها من الليبيدات الكلية والمتعادلة ، وهناك ارتباط شديد بين محتوى الدهون الكلية والمتعادلة . والأسماك اللحمية Lean تخزن الدهن أساسا فى الكبد ، بينما الأسماك الدهنية Fatty تخزن الدهن فى العضلات . والسمك اللحمى يكون دهن عضلاته أساسا فوسفوليبيدات ، بينما السمك الدهنى يحتوى أنواع أسماك الأعماق البحرية Pelagic المستخدمة فى إنتاج مسحوق السمك الذى يخرج حوالى ٤٠٪ من دهن السمك ، بينما ٦٠٪ من الدهن تضغط وتستخلص كزيت سمك كلها تقريبا جليسريدات ثلاثية . بينما الأسماك اللحمية ينتج عنها مسحوق السمك الأبيض (قليل الدهن) .

ومعامل هضم زيت السمك مرتفع ويصل إلى ٩٤٪ فى الدواجن ، ٨٤٪ فى الأغنام ، ٧٩٪ فى أسماك التراوت ، وينخفض هضمه عند هدرجته جزئيا ، ويتوقف هضم زيت السمك على طول سلسلة الأحماض الدهنية ودرجة عدم تشبعها ، إذ ينخفض هضمه بزيادة أطوال سلاسل الأحماض الدهنية ، بينما يزيد

بزيادة عدم التشبع .

ولقد وجد أن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة عديمة التشبع عند ذرة كربون رقم (٣) تعتبر ضرورية غذائيا للأسماك لنموها وتناسلها (بل ضرورية كذلك لذوات الدم الحار) ، وهى أحماض عديدة الإيثيلين من عائلة اللينولينيك ومتوفرة بتركيز عال فى زيت السمك . ولغنى زيت السمك بالأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فهى سهلة الأكسدة ، مما يؤثر على السمك المغذى على علائق بها زيت سمك مؤكسد ، فتظهر حالات نفوق وانخفاض فى النمو وأعراض نقص ڤيتامين (هـ) ، ويمكن خفض هذه الأعراض عند إضافة مضادات الأكسدة مثل الاثوكسى كوين Ethoxyquin وڤيتامين (هـ) . وينبغى إضافة مضادات الأكسدة عند إنتاج زيت السمك وتعبئته . وخطورة الأكسدة ترجع لإنتاج البيروكسيدات وليس لوجود الأحماض الدهنية الحرة ، وعليه فلايعتبر قياس الأحماض الدهنية الحرة مقياسا للحكم على جودة وصلاحية دهون السمك .

ولإرتفاع محتوى دهن السمك من الأحماض الدهنية ، عديدة عدم التشبع تأثير مخفض لمستوى كوليستيرول الدم ، وبالتالى فالتغذية على الأسماك تخفض من احتمالات الإصابة بمرض تصلب الشرايين .

كما تحتوى الأسماك (وأساسا فى الكبد) على ڤيتامينات أ ، د ، ويكم أكبر فى الأسماك البحرية عن الأسماك النهرية ، كما تحتوى الأسماك كذلك على ڤيتامينات هـ ، ك ، ج (السالمون) ، ب المركب .

كما أن السمك غنى بالكالسيوم والحديد واليود خاصة الأنواع البحرية منها ، كما يوضح ذلك الجدول التالى :

تركيب الأسماك من المغذيات المختلفة لكل ١٠٠ جرام وزن مأكول

السمك	طاقة كيلو جول	بروتين جم	دهن جم	كوليسترول مجم	صوديوم مجم	بوتاسيوم مجم	كالسيوم مجم	فوسفور مجم	حديد مجم	فلور مجم	يود ميكرو جرام
ثعبان السمك	١١٧٦	١٥.٠	٢٤.٥	٧٠	٦٥	٢١٧	١٧	٢٢٣	٠.٦	٠.١٦	٤.٠
تراوت	٤٢٨	١٩.٥	٢.٧	٥٥	٤٠	٤٦٥	١٨	٢٤٢	١.٠	٠.٠٣	٣.٢
رنجة	٩٨١	١٦.٨	١٨.٥	٦٠	١١٧	٣٦٠	٣٤	٢٥٠	١.١	٠.٣٥	٥٢.٠
شرائح رنجة فى طماطم	٨٥٧	١٤.٨	١٥.٠	٤٢	٥٢٦	٣٥٢	٤٩	١٩٠	١.٩	—	—
مبروك	٤٨٣	١٨.٠	٤.٨	—	٤٦	٣٠٦	٢٩	٢١٦	١.١	٠.٠٣	١.٧
قرموط	٣٧٠	١٥.٨	٢.٨	—	١٠٥	٢٨٢	٢٠	١٧٩	١.٠	٠.٠١	—
كاڤيار	١١٠٠	٢٦.١	١٥.٥	٣٠٠	٢٢٠٠	١٦٤	٢٧٦	٣٠٠	١.٤	—	—
لحم السرطانات مطبوخ	٣٦٥	١٨.٠	١.٧	—	٣٥٦	٢٩٦	٤٥	١٨٠	٠.٨	—	—
ماكريل	٧٥٦	١٨.٨	١١.٦	—	١٤٤	٣٥٨	٥	٢٣٨	١.٢	٠.١٥	٧٤.٠
ماكريل مدخن	٩٣٢	٢٠.٧	١٥.٥	٢٢	٢٦١	٢٧٥	٥	٢٤٠	١.٠	—	—
سردين فى زيت مطبوخ	١٢٧٧	٢٠.٦	٢٤.٤	—	٥١٠	٥٦٠	٣٥٤	٤٣٤	٣.٥	—	—
لسان البحر	٣٤٩	١٧.٥	١.٤	٦٠	١٠٠	٣٠٩	٢٤	١٩٥	٠.٨	—	١٧.٠
تونة فى زيت	١١٨٩	٢٣.٨	٢٠.٩	٤٢	٣٦١	٣٤٣	٧	٢٩٤	١.٢	—	٥٣.٠
سمك حبار	٢٨٦	١٥.٣	٠.٨	١٧٠	—	٢٧٣	٢٧	١٤٣	٠.٨	—	—

ثانيا : كغذاء للحيوان (والإنسان) :

توجد أنواع معينة من الأسماك والتى لايتغذى عليها الإنسان ، بجانب فضلات الأسواق ومخلفات المصانع المختلفة إلى صناعات مختلفة منها : استخلاص الببتون ، وإنتاج مساحيق وأكساب السمك ، وبروتين السمك السائل أو المتحلل ، وسيلاج السمك ، وزيت السمك ، وخلافها .

وتبلغ فضلات السمك كنسبة مئوية من الإنتاج الكلى حوالى ١٥٪ للسردين ، ٣٠٪ من الماكريل والرنجة ، ٣٤٪ من السالمون ، ٤٢٪ من القراميط ، ٦٥٪ من التونة ، ٨٢٪ من الجمبرى .

وينتج مسحوق السمك بالطبخ (لتسهيل الكبس وفصل الزيت والماء الزائد) ثم الكبس (العصر) والتجفيف وإضافة موانع الأكسدة . وقد يصنع مسحوق السمك من نفايات السمك Trash Fish التى تصاد وليس لها قيمة تسويقية ، أو أن يستخلص منها البروتين ويركز فى مسحوق أبيض عديم الرائحة غنى بالبروتين يمكن به إغناء الحبوب (وقد يصنع منه خبز وبسكويت) ومن بروتين السمك يمكن إنتاج نواتج التحليل كالبروتيوزات والببتونات والبتيدات والأحماض الأمينية ، وذلك باستخدام الإنزيمات المحللة للبروتين كالباپائين Papain والبانكرياتين Pancreatin أو بالتحليل الحامضى .

ونواتج تحليل بروتين السمك Fish Protein Hydrolysates ذات قيمة غذائية عالية وسهلة الهضم وعالية الطاقة (مناسبة للرضع والناقهين) كما يمكن إنتاج الببتون من عفاشة السمك بجودة عالية تلائم الأغراض البكتريولوجية ، أو قد تستخدم العفاشة فى عمل صلصة السمك ، وعجينة السمك ، وبروتين السمك السائل Liquefied Fish Protein أو سيلاج السمك كعلف حيوانى وذلك بفرم السمك أو مخلفاته وخلطها بحمض الفورميك المركز ٨٥٪ بمعل ٥ ، ٣٪ بالوزن ويحفظ فى جرادل مغطاة على رجة حرارة الغرفة حتى يسيل السمك . وقد يصنع من السمك مساحيق وكسب مملح ومجفف .

ويستخلص الزيت من كبد الأسماك (القروش والراى والتونة وغيرها) أو من عضلاتها (كالسردين) كمصدر لڤيتامين (أ) . والزيت منخفض الجودة يستخدم فى الطلاء وصناعة المطاط الصناعى وأحبار الطباعة والراتنجات والتشحيم والصابون والمنظفات وأدوات التجميل والمبيدات . ويوجه مايزيد عن ثلث محصول العالم من الأسماك إلى أغراض التصنيع (وأهمها مساحيق وزيت السمك لتغذية الحيوانات المختلفة) .

ثالثا : كزينة :

تبلغ الأسماك صغيرة الحجم ١٠٪ على الأقل من الأسماك العظمية ، وهى الأقل من ١٠ سم أقصى طول ، وقد يرجع صغر حجمها لتعرضها للافتراس بشدة فهى غذاء للأسماك المفترسة . وكثير من أنواع الأسماك صغيرة الحجم صالح لتغذية الإنسان ، كما يستخدم بعضه فى التحكم فى الناموس ومنها الجامبوزيا Gambusia affinis التى تنقل إلى كثير من المناطق الحارة من العالم وذلك من موطنها الأصلى

فى أمريكا الشمالية فى ولايات الخليج Gulf States لهذا الغرض . ومن فوائد هذه الأسماك الصغيرة ، كذلك أنها مناسبة جداً لغرض الأبحاث كحيوانات معمل وتجارب ممتازة .

ولقد أصبح اقتناء هذه الأسماك الصغيرة فى أحواض زينة يتزايد بشدة مما أدى إلى رواج صناعة أسماك الزينة بمتطلباتها ، سواء من السمك أو الأجهزة المستخدمة فى اقتنائه ورعايته ، فهى تجارة رابحة فى الدول المتقدمة ، كما تعتمد كثير من الدول النامية الاستوائية لحد ما على تجارة أسماك الزينة . كما يستفيد الباحثون والعلماء من هذه التجارة التى توفر لهم الأحواض والأسماك ومستلزمات رعايتها لاستغلالها فى إجراء البحوث المعملية . وتوجد أسماك الجامبوزيا فى بحيرة أدكو فى مصر .

وتعمل ألوان وأشكال وحركات وعادات الأسماك الصغيرة إلى جذب انتباه محبى أحواض الزينة فى مختلف بلاد العالم . وعادة يستسهل تربية الأسماك من المياه العذبة لسهولة تربيتها ونقلها ، لكن بتقدم نظم تكوين المياه المالحة صناعيا والمحافظة عليها فقد ازدادت شعبية الأسماك البحرية للزينة . وهناك مايزيد عن ألف نوع من أسماك المياه العذبة مستخدمة للزينة من بينها الأسماك الولودة من عائلة الجامبوزيا ، وكذلك معروف ومتداول أكثر من عشرين عائلة من الأسماك البحرية للزينة من بينها أسماك ديك البحر والسنجاب والفراشة ، إلا أنه هناك حظراً من بعض الدول على بعض أنواع الأسماك خوفا من انقراضها أو لخطورتها على الإنسان والبيئة .

وأهم مراكز إنتاج أسماك الزينة Ornamental Fishes فى ألمانيا وانجلترا وهولندا والدنمارك وبلجيكا واليابان وهونج كونج وسنغافورة والولايات المتحدة ، وتشكل الأخيرة حوالى ٥٠٪ من جملة السوق العالمية ، إذ بها حوالى ٢ مليون هاوى ، ويبلغ الإنفاق الأمريكى سنويا على أحواض السمك ومستلزماتها حوالى ٧٠٠ مليون دولار ، وأكبر مركز تربية فردية فى العالم لأسماك الزينة يوجد فى ولاية فلوريدا ، فبها حوالى ١٥٠ مزرعة للسمك القطبى تنتج حوالى ٩٧ مليون سمكة (عام ١٩٧٢) ، وتستورد بالإضافة إلى ذلك ٥٣ مليون سمكة زينة بإجمالى يقدر بـ ٣٠٠ مليون دولار . وقد بلغت قيمة تجارة التجزئة فى الأسماك الحية المستخدمة للزينة فى العالم عام ١٩٧٣ حوالى ٤ بليون دولار بما فى ذلك المعدات المكملة لها .

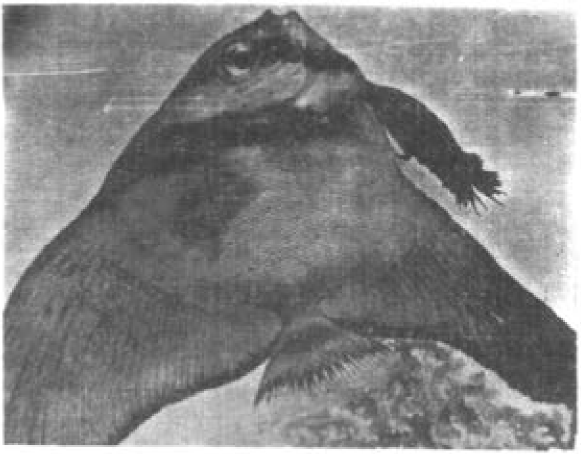
وأسماك الزينة متعددة المصادر ، لذلك فعاداتها متباينة ومتطلباتها البيئية مختلفة ، لذلك فليس من الممكن توفير ظروف مناسبة فى حوض واحد لأنواع عديدة من أسماك الزينة ، فبعضها يتطلب مواصفات مياه خاصة ، وبعضها عدوانى الصفات مما يستوجب حفظها منفردة أو مع أفراد من نفس النوع . ومعظم أسماك الزينة من أسماك المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والتى يزيد عددها عن ٦ آلاف نوع وإن كان الشائع منها لايتجاوز ألف نوع . ومصادرها الطبيعية فى آسيا (تايلاند ، الفلبين ، ماليزيا ، أندونيسيا ، اليابان ، كوريا) وأمريكا اللاتينية (بيرو ، كولومبيا ، البرازيل ، فنزويلا) وافريقيا (نيجيريا ، مالاوى ، بورندى ، زائير) . إلا أن بلدانا أوربية (بلجيكا وألمانيا) وآسيوية (هونج كونج وسنغافورة وتايوان) تستورد أغلب الأسماك من مناطق أخرى وتعيد تصديرها كوسيط بعد تربيتها أو تكاثرها صناعيا (انظر أشكال ٥ ، ٦ بالملزمة الملونة) .

وينبغي في حوض السمك Aquarium المنزلي ألا يواجه ضوء الشمس المباشر (لمنع تكاثر الطحالب) وألا يقترب من موقد ، وألا يوضع في مسار تيار هوائي لأنه يحتوي أسماك استوائية . وتكون أحواض التربية بأبعاد وسعات مختلفة ، فمثلا يمكن تصميمها بأبعاد ٦٠ × ٢٥ × ٤٠ أو ٨٠ × ٢٦ × ٣٨ أو ٨٠ × ١٠ × ٥٠ أو ١٠٠ × ٣٠ × ٤٠ سم (طول × عرض × ارتفاع) وعليه لمبة بنفسجية نيون (فلورسنت) ٢٠ وات أو ١٠٠ × ٤٠ × ٥٠ سم ولمبة ٢٥ وات أو ١٣٠ × ٥٠ × ٥٠ سم وعليه لمبة ٤٠ وات . وتفضل الأحواض التي لاتقل سعتها عن ٩٠ لترا على الأقل بأبعاد حوالي ٦٠ × ٣٥ × ٣٧,٥ سم .

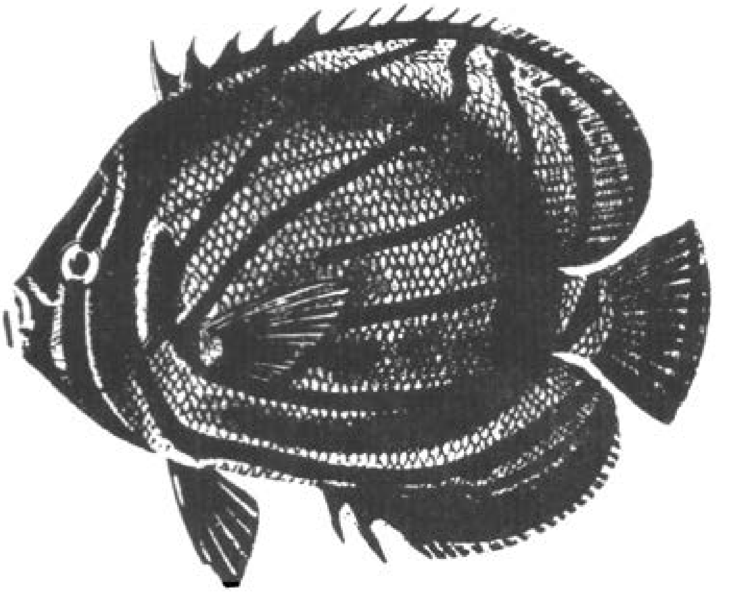
وتتطلب الأسماك البحرية أحواضا أوسع من الأسماك النهرية . وكلما ازداد عمق الحوض يزداد زجاجه في السمك ، فالحوض عمق متر يكون سمك جدرانه ١٣ مم ، وقد يستخدم البلاستيك بدلا من الزجاج في صنع الأحواض .

وتملأ الأحواض بماء عذب (ماء صنبور بعد تهويته ٢٤ ساعة لتطاير الكلور) أو ماء مالح صناعي (يضاف الملح المخلوط على الماء العذب لإنتاج ماء مالح صناعي وتقدر كثافته بالهيدروميتر لضبطها مابين ١,٠٢٠ - ١,٠٢٥ على درجة حرارة ٢٥°م وتعدل بإضافة مخلوط الملح أو بتخفيفها بماء عذب حسب الكثافة) ، حسب نوع السمك .

وتتغذى أسماك الزينة على الغذاء الحي كدود الأرض أو الرافنيا أو بيض الجمبري أو يرقات البعوض ، وكذلك على الغذاء المجفف من السمك والذباب وغيرها ، وأيضا على قطع صغيرة جدا من الخبز ، كما أن الطحالب من أغذية صغار أسماك الزينة . ويجب تجنب مصادر التلوث من أن يصل الحوض السمكي صابون أو منظفات أو معطرات جو أو مبيدات أو زيت دهان أو سليكون لصق الزجاج وغيرها .

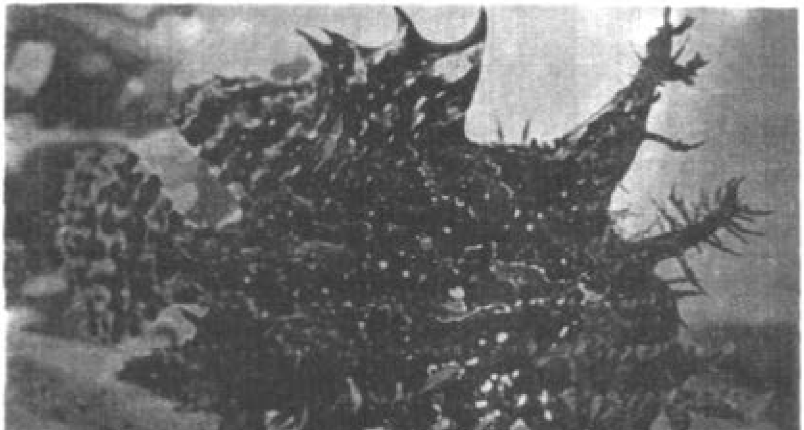


سمك الخفاش المستدير (زينة)
Orbiculate Batfish (Platax orbicularis)



سمك الفراشة (عروسة البحر)

Meyer's Butterfly Fish (Chaetodon meyeri)



سمك السرجاسي (اطلنطى)

Sargassum Fish (Histrio histrio)

نماذج لأسماك الزينة

وأحواض سمك الزينة لاتوضع فقط فى المنازل والمكاتب والمحلات ، بل يمكن وضعها فى المدارس والميادين وخلافها .

رابعاً : كرياضة وترفيه :

رغم أن أساس عملية الصيد هو بغرض توفير الغذاء ، فإنها تطورت حديثا فى البلدان الصناعية بهدف رياضة الصيد أو الصيد للاستجمام Recreational Fisheries ، لذلك صدرت فى هذه البلدان قوانين تحد من صيد السمك تجاريا من أجل المحافظة على مخزون سمكى مناسب فى المياه الداخلية لاستخدامه فى رياضة صيد السمك . وفيما يلى تعداد لهواة صيد الأسماك فى بعض البلدان :

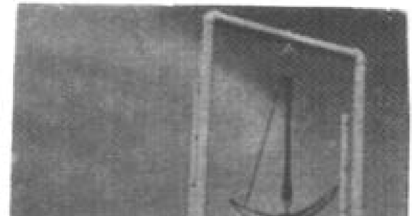
البلد	عدد الصيادين الهواة بالألف	النسبة المئوية من تعداد السكان
السويد	١٥٠٠	١٨.٧
فنلندا	٧٥٠	١٦.٠
الولايات المتحدة	٢٥٠٠٠	١٢.٠
فرنسا	٥٠٠٠	١٠.٠
النرويج	٢٤٢	٦.٤
الدانيمارك	٣٠٠	٦.١
كندا	١٣١١	٦.٠
المملكة المتحدة	٢٨٠٠	٥.٨
سويسرا	٢٥٠	٤.٠

ويكفى أن تعلم أن إجمالى الإنفاق على رياضية صيد الأسماك (معدات الصيد والتراخيص والإنتقال إلى ومن أماكن الصيد) يتراوح مابين ٤٠٠ إلى ٥٠ مليون دولار فى السنة فى بريطانيا ، وحوالى ١٨٨ مليون دولار فى كندا . ويصيد الهواة كميات كبيرة من الأسماك تقدر مابين ٢٠ و ١٠٠ ألف طن فى فرنسا ، ١٠-١٢ ألف طن فى فنلندا ، ٤٤٠ طن تقريبا فى بلجيكا سنويا .

ولهذه الرياضة تنفرد السباقات البحرية لصيد أنواع نادرة أو لتسجيل أثقل وزن سمكة يتم صيدها ، فهى وسيلة لشغل وقت الفراغ ، وفيها استثمار كبير نتيجة الإنفاق على لوازم الصيد من قوارب وآلات ومعات وسفر وأكل وإقامة ، وكلها يعمل على الرواج السياحى والتجارى علاوة على القيمة النقدية والغذائية للأسماك المصيدة . ولهذا تصدر مجلات متخصصة لرياضة صيد الأسماك فى البلدان المتقدمة صناعيا

رقم قياسي عالمي طول ١٤٤سم ،
محيط ٨٥ سم ، وزن ٣٢.١ كجم

مبروك وزن ٢٧ رطل



سمكة زنة ٨٢٨ رطل في سباق صيد

بشكل دوري منتظم للتعريف بالأنواع السمكية (شكلها وأوزانها وتكاثرها وتغذيتها وأمراضها وانتشارها .. إلخ) ومواعيد صيدها ، وأدوات صيد الأسماك للهواة وتطورها والجديد فيها ، والأوزان القياسية الجديدة فى صيد الأسماك ، ومواعيد وأماكن لقاءات هواة صيد السمك ، والمعارض ، والأغذية ، والعقاقير ، ومذكرات ومشاهدات كبار الهواة من المشاهير ، بجانب الدراسات البيولوجية والبيئة والمرضية .

خامساً : كوسيلة مقاومة بيولوجية :

من استخدامات السمك كذلك مكافحة الحشرات والحشائش والأسماك الأخرى .

أ - فلمقاومة الطفيليات الناقلة للأمراض تستخدم أساساً أسماك الجامبوزيا من نوع Gambusia affinis وكذلك أسماك من نوع Lebistes reticulatus لمكافحة يرقات البعوض الناقل للملاريا . وتسمى سمكة الجامبوزيا لذلك بسمكة البعوض Mosquito Fish والتى لاتخفض من وجود البعوض فقط بل تقاوم كذلك اللافقاريات المائية الأخرى كالحشرات المفترسة والهوائم الحيوانية ، وخفض كثافة الحشرات المفترسة ، هكذا يخفض من معدل نفوق البعوض بفعل هذه الحشرات ، إلا أن خفض الهوائم الحيوانية يزيد معدل الافتراس للسمك على البعوض ، كما يؤدى كذلك خفض الهوائم الحيوانية - بفعل الجامبوزيا - إلى زيادة معدل افتراس الحشرات المفترسة . أى أن نجاح التحكم فى البعوض ينشأ من التأثير السلبى المباشر للجامبوزيا عن آثارها الموجبة غير المباشرة على البعوض .

وهناك أسماك تتغذى على قواقع المياه العذبة ، وبذلك تقضى على العائل الوسيط لطفيليات الإنسان . ومن هذه الأسماك آكلة الرخويات عائلة السكليدى الإفريقية ومنها Astatoreochromis alluaudi المقاومة للقواقع العائلة لطفيل البلهارسيا ، وكذلك أسماك بلطى والمبروك الأسود أو مبروك الطين الأسيوى Mylopharyngodon piccuscs .

ب - مقاومة الأعشاب المائية بيولوجيا يمكن عملها بالأسماك آكلة العشب أوالنباتات المغمورة ، ومن هذه الأسماك مبروك الحشائش Ctenopharyngondon idella والمبروك العادى والفضى والإسرائيلى ، إضافة إلى البلطى الموزمبيقى Tilapia mossambica والبلطى النيلى T.nilotica ، والبلطى الأخضر T. zillii والبلطى الرندالى T. rendalli بجانب أنواع أخرى من قرموط القنوات والسمك الذهبى خاصة فى المناطق المعتدلة أو فى فصل الربيع ، ويزيد تكاثرها من أعدادها فتؤدى لنتائج مرضية ، إذ أن نجاح هذه الأنواع يتوقف على كثافتها وعاداتها الغذائية ، وهذه الأسماك مأكولة أيضا .

فمبروك الحشائش سريع النمو فى أول سنتين من العمر ، إذ تصل الأسماك إلى وزن حوالى ٩ كجم فى هذا العمر ، والأسماك الأكبر من ٦ كجم وزن تستهلك ٢٥ - ٢٨٪ من وزن الجسم يوميا من النباتات المائية . والبلطى الأخضر يمثل ٤٥.٤٪ من طاقة النباتات المائية ويهضم سليلوزها بمعدل ٢٩.٣٪ ومادتها العضوية غير السليلوزية بمعدل ٥٥.٧٪ وبروتينها ٧٥.١٪ ودهنها ٧٥.٩٪ .

ومن الحيوانات البحرية كذلك التى تتحكم فى نمو النباتات المائية بعض القواقع مثل قوقع Marisa cornuarietis وقوقع Pomacea australis وبقر البحر Manatees or Sea Cows (حيوان مائى من

ذوات الدم الحار يتنفس الهواء ويعيش فى الماء العذب والمالح فى المناطق الأستوائية وشبه الاستوائية) .

ج - وتستخدم الأسماك المفترسة كالكراكى وغيرها للسيطرة على أنواع سمكية أخرى ، مثلا لافتراس زريعة البلطى للمحافظة على معدل تخزين السمك فى الجسم المائى ، أو للرغبة فى القضاء على باقى أسماك أحواض صعبة الصرف والتجفيف التام .

سادساً : كاستخدام عملي :

تستخدم الأسماك فى الأغراض العلمية ، إذ تستخدم فى دراسة علم وظائف الأعضاء Physiology والتشريح Anatomy ، والتطور Evolution ، والبيئة Ecology ، والسموم Toxicology ، والتغذية Nutrition ، والأجنة Embryology ، والتلوث Pollution ، والسلوك Behaviour ، والوراثة Genealogy ولذلك تدخل الأسماك الصغيرة فى عديد من التجارب وفى كثير من المعامل للدراسة والبحث كحيوانات تجريبية ممتازة .

سابعاً : فى الصناعة :

بجانب الصناعات العديدة سابقة الذكر القائمة على الأسماك ، فهناك أهمية تصنيعية أخرى إذ تحتوى قشور السمك (والقشريات البحرية) الصغيرة على الكيتين الذى يستخدم فى أغراض صناعية وزراعية وطبية ، وهذه المادة عبارة عن سكر عديد يوجد فى الماء لتحلل القشور طبيعيا . وقد أنتجت اليابان وأمريكا هذا المركب تجاريا باسم شيتازين بمعدل ٦٠٠ طن لاستخدامه فى مستحضرات التجميل (كريمات) وخيوط الجراحة وكرقع جلدية فى الجراحات وكلصق طبى خاص بالحروق ، ويدخل فى عمل قوالب للأسنان وفى إثراء البذور غذائيا وفى صناعة التصوير والورق .

أضرار ومخاطر السمك :

رغم اتساع استخدام الأسماك فى تغذية الإنسان والحيوان وفى الأغراض الطبية والتصنيعية المختلفة (أحبار - صموغ وغيرها) باستخدام السمك وزيته وجلده وأشواكه وكبده ، وكذلك فى الرياضة والزينة والمقاومة البيولوجية وعلميا ، فهناك على الجانب الآخر بعض المخاطر تنشأ من الأسماك .

أ - فهناك أسماك مفترسة قد تهاجم الإنسان ، ومن بينها أسماك قروش النمر Tiger Sharks مثل قرش رأس المطرقة Hammerhead Shark (Sphyrna zygaena) فى بحار المناطق الاستوائية . كذلك تهاجم الإنسان والمراكب أسماك المنقار والمنشار والبركودة ، وأخطرها على الإنسان القروش المختلفة كالقرش الأبيض الضخم وقرش النمر . فهناك على سبيل المثال فى يوليو ١٩٩٣ تم صيد سمكة (حيفا) وزنها ٥ أطنان وطولها ٢٥م وعرضها ٩م بواسطة ٥٠ صياداً فى البحر الأحمر (السويس) . وقد تفترس الأسماك بعضها كما فى الأسماك المفترسة Predator ، أو تمتص دماءها وتخترق أجسامها كما تفعل أسماك الجريث Hag Fish (Myxine glutinosa) فى الأسماك الأخرى البحرية . والسمك

الناري يطلق لهيبا من فمه متى وجد فريسته .

ب – وهناك أسماك ينشأ ضررها من توليدها كهرباء (٢٥ – ٢٠٠ فولت) للدفاع عن نفسها أو لصعق فريستها ، فلاعجب من أن الصدمة الكهربية هذه التي تحدثها أسماك مثل الراية الكهربية أم عيون Eyed Electric Ray (Torpedo torpedo) وغيرها من أسماك الراية الكهربية تشل حركة إنسان بالغ مؤقتا ، وهذه أسماك آكله أسماك وليلية النشاط Nocturnal ولودة Viviparous . كذلك هناك ثعبان السمك الكهربي من جنس Electrophorus والقرموط الكهربي من جنس Malapterurus .

ج – كما أن هناك أسماك سامة للإنسان ، سواء عند أكلها أو تناولها ، لاحتواء أجزاء منها على السموم ، أو لوجود أشواك عليها توخز بها الإنسان فتدخل سمومها إليه . ولبعض الأشخاص حساسية طبيعية للأسماك ، إذ تسبب لهم ارتيكاريا واستسقاء واضطرابات هضمية وصداع . فقد ينشأ التسمم التومايينى Ptomaine Poisoning من الأسماك الملونة خاصة في مرحلة النضج الجنسي وفترة وضع البيض ، كما يحتوى ثعبان السمك (النهرى والبحرى) على سموم Toxalbumin تتأثر بالحرارة ولاتحدث تسمماً إلا بتناول أسماك غير مكتملة الطهى ، كما أن بطارخ أسماك الرنجة وقت وضع البيض تحتوى على سموم تؤدى إلى أعراض مشابهة لإعراض الكوليرا . والأسماك السامة أنواع معينة استوائية وقد تكون أكبادها أو بطارخها أو رأسها أو أمعاؤها هى العضو السام ، وقد تكون الأسماك سامة فى موسم معين بعد تغذيتها على طحالب أو شعاب مرجانية معينة ، أو أن تكون السمية مرتبطة بموسم التكاثر كما فى التغذية على بطارخ المبروك والكراكى والترس . وهناك أسماك لحومها الطازجة تكون سامة للإنسان ومنها قرش جريندلاند Greenland Shark (Somniosus microcephalus) . وهناك أسماك الويفر الصغيرة التى قد تستخدم للزينة (١٤سم) Lesser Weever (Trachinus vipera) والويفر العملاقة Greater Weever (Trachinus draco) وكلا من النوعين له زعنفة ظهرية أولى شوكية سوداء وكذلك غطاء خياشيم كبير شوكى وهذه الأشواك تحمل غدد السم وتؤدى إلى جروح مؤلمة عند تداول السمك بدون حرص أو الدوس عليه بأقدام عارية .

والسم السمكى Ichthyotoxin قد يكون فى لحوم الأسماك (غير التالفة بكتيريا) أى سم لحم السمك Ichthyosarcotoxin ، أو فى دم السمك Ichthyohemotoxin أو سم فى بيض السمك Ichthyootoxin ، أو سم تفرزه أشواك أو إبر أو أسنان Ichthyo acanthotoxin . وقد ينسب اسم التسمم لنوع السمك المسبب للتسمم مثل التسمم الاسقمرى Scombroid Poisoning أى تسمم بلحم أسماك اسقمرية غير جيدة الحفظ ، تسمم فهقى Tetrodotoxin بسموم أحشاء أسماك الفهقة . بينما تسمم السيجاترا Ciguatera ، فينشأ من سم محدد لأشواك أسماك بحرية من مناطق استوائية وشبه استوائية يؤدى إلى التسمم عند أكل هذه الأسماك . فالسمية قد تنشأ من التغذية على الأسماك السامة Poisonous أو من تداول الأسماك ذات الإبر أو الأشواك أو الأسنان السامة Venomous .

وغالبا ماتكون الأسماك الكبيرة سامة عن الصغيرة ، وذلك نتيجة تراكم وتركيز السم الذى منشأه الطحالب البحرية (غذاء الأسماك) ، ورغم ذلك فهذه الأسماك تعتبر غذاء مفضلا خاصة فى المناطق الاستوائية رغم ماتسببه من حالات وفاة وأعراض تسمم من آلام ودوار وقئ وغيرها ، خاصة وأن الطهى لايحطم السم (سيجاترا) . ومن الأسماك السامة البركودة والاسقمرى والتونة والفراشة (عروسة البحر) والسنجاب والسحالى والأسماك الطائرة والجلكى والجريث (تسمم مستديرة الفم Cyclostome Poisoning) والفهقة (الكروية) وأسماك الشمس والأرنب والجرى (انظر شكلى ٧ ، ٨ من الملزمة الملونة) .

وقد يرجع التسمم لسوء تخزين السمك وتحلله وزيادة محتواه بالتالى من الهستامين ، أو لتلوث السمك وتكيز الملوثات به كالزئبق وغيره . وهناك سموم يمكن تخفيضها بغسيل شرائح لحم السمك جيداً . وقد تتركز السموم فى أكثر من جزء كما فى مبايض وخصى وكبد ومعدة وأمعاء وكلى وعيون وجلد وأنسجة تحت الجلد لأنواع الفهقة .

والقوابع اللاسعة والواخزة تفرز أشواكها فى الشخص المهاجم ، وعلى الشوكة طبقة غدد مفرزة للسم فى غشاء جلدى يتمزق عند الوخز وينطلق السم إلى الجرح مما قد يسبب بجانب الألم والجرح أيضا إصابات ثانوية كالتيتانوس والغنغرينا . وقد تكون الأشواك قرب الذنب (فى القوابع) ، أو ظهرية وكتفية (فى القراميط) ، أو ظهرية ومخرجية وحوضية (أسماك عقربية) وبعض هذه الأسماك ذات الأشواك السامة تستخدم كأسماك زينة (كأسماك التركى والأسد وبعض أسماك القرموط) رغم أن سم بعضها قاتل للإنسان .

د - قد تعمل الأسماك كعائل وسيط لمسببات أمراض الإنسان ، أى تنتقل الأمراض إلى إنسان بواسطة الأسماك ، كما أن هناك أمراضا مشتركة بين الإنسان والأسماك . فتنقل الأسماك إلى الإنسان الديدان الطفيلية كالديدان الشريطية والمثقبة وديدان الكلية والديدان الخيطية (نيماتودا) ، كما تنقل إليه أمراض كالسل والكوليرا ، وقد تتسبب فى مضاعفات خطيرة كالالتهاب السحائى والحميات ، علاوة على التسمم الذى تسببه الأسماك لسوء حفظها ، وكل هذه المخاطر تنشأ من التغذية على أسماك نيئة أو غير جيدة الطهى وغير جيدة الحفظ .

الباب الثانى

اجزاء جسم الاسماك ووظائفها

الفصل الأول

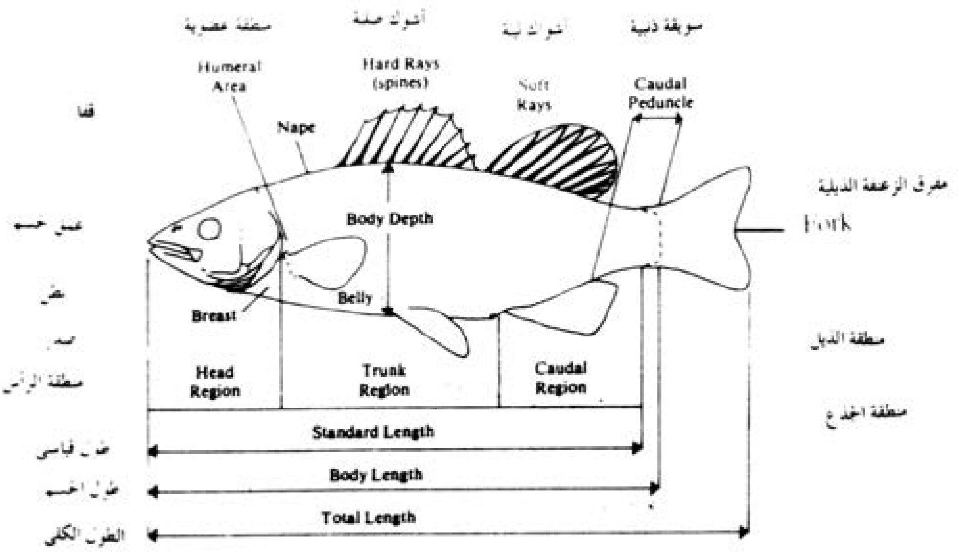
الشكل الخارجي والجلد والحواس والأعصاب

يختلف شكل الجسم للأسماك كثيرا ، فبعض الأسماك قد لايتعدى عدة مليمترات والبعض الآخر قد يصل طوله إلى عدة أمتار ، وبعض الأسماك ذات جسم نحيل انسيابى ، وغيرها ذات أجسام غليظة ثقيلة متسعه ، وأخرى طويلة اسطوانية أو مضغوطة الجانبين . ويتركب جسم السمكة أساسا من ثلاثة أجزاء أو مناطق هى : الرأس Head والجذع Trunk والذيل Cauda ، والمنطقة الأولى تمتد إلى حافة غطاء الخياشيم الخلفية Gill Cover (Opercle) ، بينما الجذع محصور بين حافة الغطاء الخيشومى وفتحة الشرج Anus، بينما الذيل هو المنطقة التى خلف فتحة الشرج وحتى الزعنفة الذيلية . وتختلف نسب أجزاء الجسم بشدة ، فبعض الأسماك لها رأس كبيرة عريضة وأجسام صغيرة ، بينما البعض الآخر رأسه صغيرة وجسمه متسع .

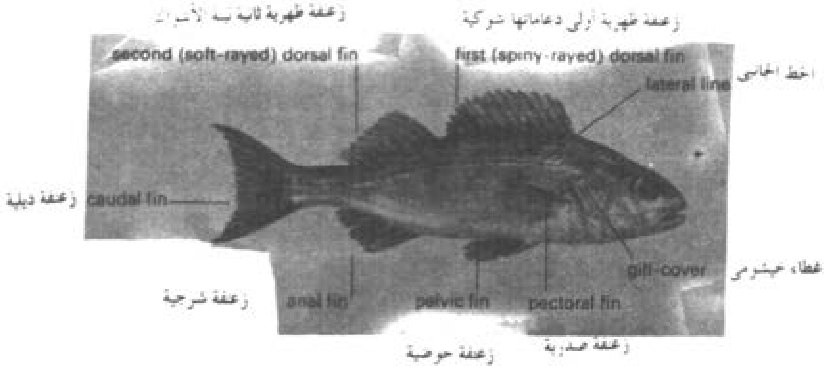
وللأسماك أنواع عديدة من **الزعانف** والتى يكون عادة تركيبها غشائى شعاعى أو شوكى ، والتى تكون أشواكها أو دعاماتها إما لينة أو صلبة ، وإذا كانت الدعامات لينة فتكون نحيلة مرنة التركيب مفصلية تنشق أو تتفرع عند أطرافها الخارجية ، أما الأشواك الحقيقية True Spines فتكون صلبة وحادة النهايات ولايظهر تركيبا مفصليا . والزعانف إما فردية (ظهرية وذيلية وشرجية) أو مزدوجة (صدرية وحوضية) ، وقد توجد زعنفة شحمية فردية عديمة الأشواك . وتختلف أشكال الزعانف (خاصة الظهرية والذيلية) وأعدادها وأماكنها .

ويغطى جسم الأسماك عادة **بالقشور** Scales التى قد تكون أحيانا صغيرة لاترى ، وقد يتعرى قليل من الأسماك من القشور كليا أو جزئيا . وتختلف أشكال القشور ، فمعظم الأسماك العظمية البسيطة لها قشور صلبة ذات أشكال معينة Rhomboid أو ماسية Diamond . وهناك نوعان آخران متطوران من نفس القشور يوجدان فى الأسماك العظمية الأرقى ، هما القشور الناعمة البسيطة الدائرية (قرصية) Cycloid Type والقشور العُرفية (مشطية) Ctenoid Scales (شبه العُرف) ذات أشواك صغيرة تغطى الجزء الظاهر من القشور ، وكل قشرة عبارة عن قرص مستدير عظمى مغطى من الجهة الظاهرية بجلد رقيق جداً ، وتتكون القشرة من حلقات مركزية عظمية .

وجلد السمك يختلف عن جلود الحيوانات الأخرى فى غياب الطبقة القرنية الحقيقية Typical Stratum Corneum ، وفى وجود الغدد أحادية الخلية Unicellular Glands فى طبقة البشرة Epidermis ، ووجود القشور على طبقة الأدمة Dermis . فطبقة القرنية تمنع فقد الماء ، فهى تطور موائم للحياة فى الهواء . والغُدد وحيدة الخلية لسهولة نقل إفرازها لعدم وجود طبقة خلايا ميتة تمنع الإفراز من

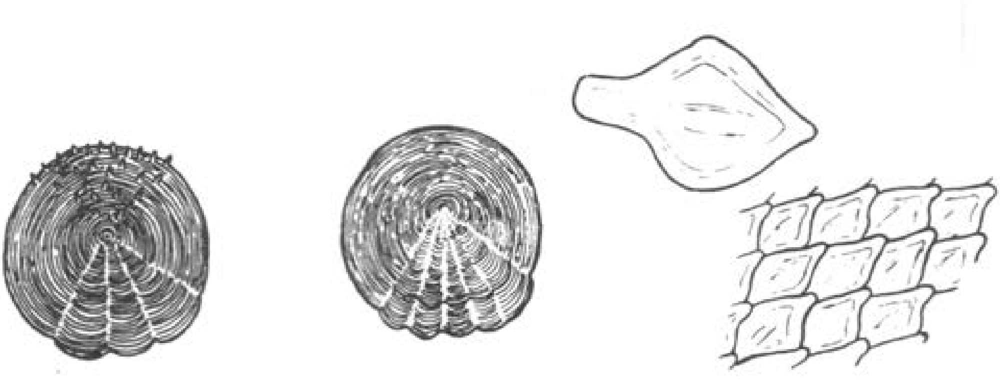


أجزاء وأطوال جسم السمك



زعانف الأسماك

وصوله إلى السطح ، وتكون هذه الغدد حبيبات مخاطية تخرج إلى السطح ، وتنتشر هذه الغدد الجلدية فى الأسماك التى فقدت القدرة على إنماء قشور . وللأسماك كذلك غدد عديدة الخلايا فى طبقة البشرة والتى تتحور فى الأسماك العظمية للماء العميق خاصة لتؤدى وظيفة أعضاء انبعاث للضوء Light-Emitting Organs ، وينمو هذه الغدد تغزو الأدمة كذلك . وقد تكون قاعدة الغدة مكونة من خلايا مضيئة ، بينما الجزء السطحى يتكون من خلايا مخاطية تعمل كعدسة مكبرة ، وحول قاعدة الغدة فى الأدمة يوجد تجويف دموى وتركيز كبير من الخلايا الملونة ، وهذا الضوء ليس شديداً لكنه قد يكون متعدد الألوان . وتعمل الغدد



قشور صلبة (مصقولة)   قشور دائرية بسيطة   قشور عرفية مسننة (مشطية)

قشور الأسماك

المخاطية على حفظ الجلد مغطى بالمخاط الذى يمنع عدوى الجلد البكتيرية والفطرية ، فهو وسيلة حماية للأسماك .

ومن الجلد تخرج قشور السمك التي تعتبر تحورات للدرع الأدمى العظمى ، فهى تخرج من أدمة الجلد وتشبه العظام فى كونها مخزناً للكالسيوم فى الأسماك العظمية ، فالقشور أدمية ، بينما تعمل طبقة بشرة الجلد على توجيه القشور الخارجة من الأدمة . والقشرة لها صفيحة قاعدية منغمسة فى الأدمة ، وكذلك لها شوكة متجهة إلى الذيل خلال البشرة ، وتتصل عظام الصفيحة القاعدية بالأدمة بواسطة نسيج ضام ، وتتكون الشوكة من جزء عظمى مستمر من الصفيحة القاعدية مع تغطيتها من الطرف بالمينا Enamel وتحتوى على لب Pulp به الأوعية الدموية والنهايات العصبية والقنوات الليمفاوية .

وكما تستخدم أشكال جسم السمكة الخارجية وأشكال ومواضع الزعانف للتعرف على السمك ، فتستخدم كذلك **مقاييس الجسم** والقشور لنفس الغرض . ونظرا للاختلافات الفردية فى الحجم ، فإن المقاييس الأكثر استخداما هى المقاييس النسبية (وليست المطلقة) مثلا نسبة طول الرأس أو عمق الجسم إلى الطول القياسى . وعمق الجسم هو أكبر عمق يقاس فى خط مستقيم (بين السطح الظهرى والبطنى) بزاوية قائمة على الطول . والطول الكلى عبارة عن الخط المستقيم بين طرف الفك إلى الطرف النهائى لزعنفة الذيل ، وطول الجسم ينتهى عند قاعدة زعنفة الذيل ، بينما الطول المفرق Fork Length ينتهى عند مفرق زعنفة الذيل ، والطول القياسى ينتهى عند آخر فقرة يمكن تحديدها بثنى زعنفة الذيل . بينما يؤخذ عدد القشور فى الأجزاء المختلفة من الجسم كدليل ومرشد فى التعرف على الأسماك ، وأهمها عدد القشور فى الخط الجانبى للسمك فهو مقياس هام ، ولكل نوع من الأسماك مدى معين لعدد القشور .

اللــون Colour :

تتباين ألوان الأسماك ليس فقط باختلاف الأنواع ، بل فى النوع والسمكة ذاتها ، مما يدعو إلى تدبر خلق الله سبحانه وتعالى ، إذ يقول جل شأنه : « وربك يخلق مايشاء ويختار ماكان لهم الخيرة سبحان الله وتعالى عما يشركون » (القصص : ٦٨) ، ويقول : « مرج البحرين يلتقيان بينهما برزخ لايبغيان . فبأى آلاء ربكما تكذبان . يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان » (الرحمن :١٩-٢٢) ، فما أعظم ألوان الكائنات البحرية.

وقد يكون لألوان السمك وظائف أخرى غير جذب الهواة لاستخدامها كأسماك زينة ، خاصة أسماك المناطق الاستوائية الجذابة بألوانها وخطوطها ، إذ قد تكون وسيلة لمحاكاة البيئة والاختفاء عن الأعداء أو لفت الإنتباه ، أى قد يتغير اللون (ولايكون ثابتاً) حسب البيئة ومرحلة الحياة والسلوك .

وقد ينعدم اللون فى بعض أنواع الأسماك وكذلك فى اليرقات لحد كبير . ويرجع اللون لاحتواء الجلد على خلايا حاملة للصبغات Chromatophores وأخرى تعمل على إنعكاس الضوء وإنكساره . وتسمى حاملات الصبغات طبقا للون صبغتها ، فهناك الصبغة السوداء الراجعة للميلانية فى حاملات الميلانين Melanophores ، والصبغة الحمراء التى سببها الكاروتين والبنزيدين فى الحاملات الحمراء Erythrophores والصبغة الصفراء الزانثينية فى الحاملات الصفراء Xanthophores ، والصبغة البيضاء البيورينية أو عديمة اللون الجوانينية فى الحاملات البيضاء Leucophores ، والحاملات القزحية Iridophores .

ويرجع تغير اللون إلى حركة الصبغات وزيادة أو نقصان عدد حاملات الصبغات ويتحكم فى لون السمك وتغييره تأثيرات تعمل على التنبيه العصبى والهرمونى . إذ تلعب الغدة النخامية دوراً فى اللون بإفرازها هرمونا منشطا لحاملات الميلانين Melanocyte-Stimulating Hormone (MSH) ويعمل على إنتشار الصبغة واللون الأسود .

ويعمل هرمون الأدرينالين وهرمون الميلاتونين Melatonin (المفرز من الجسم الصنوبرى) على تركيز صبغة الميلانين كذلك . فاللون يميز القطعان عن بعضها فهو مفيد فى حياة السمك الاجتماعية وعدم شرود بعض الأسماك ، ويساعد الأسماك على الاختفاء من أعدائها والحماية منها ، أو يساعد على جذب الجنس الآخر للتزاوج ، وباللون تميز المفترسات الأنواع السامة والخطرة من ذوى الألوان الباهرة ، وباللون يسمح لبعض الأسماك الملونة أن تقترب من الأسماك الأخرى لتنظيف الأخيرة من الطفيليات الخارجية ، وألوان السمك التى تحاكى خلفية بيئتها تمكنها من سهولة الحصول على غذائها ، أو أن ألوان السمك الجذابة تقرب الفريسة منها فتسهل التغذية .

الرؤية Sight :

بعض الأسماك التى تعوم على سطح الماء ربما يكون لعيونها عدستان ، إحداهما للرؤية الهوائية والأخرى للرؤية فى الماء ، وذلك كما فى المبروك المسنن فله عيون تبدو للناظر أنها أربعة عيون لكنها فى

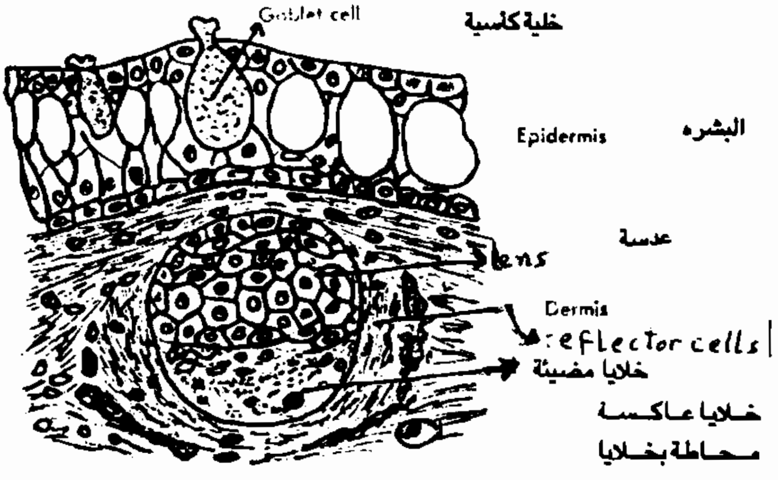
الواقع عينان منقسمتان عرضيا إلى قسمين منفصلين ، النصف العلوى منهما يستخدم للرؤية فى الهواء والنصف السفلى للرؤية فى الماء ، ولهذه الأسماك عدسة واحدة فى كل عين ، نصفها الأعلى رقيق والسفلى سميك ، ولعدم وجود غدد دمعية فإنها تضطر إلى أن تغمس عينيها فى الماء بين الحين والآخر لتقيها من الجفاف ، إذ تقضى السمكة هذه وقتها سابحة عند سطح الماء بحيث يكون الجزء العلوى من العين فوق سطح الماء لتراقب الطيور المائية . بينما الجزء السفلى يساعدها فى البحث عن الماء .

وهناك أسماك تنقسم عيونها طوليا . وهناك أسماك أخرى لها أربعة عيون منفصلة ، إذ يقع أسفل العينين الأساسيتين عينان صغيرتان لهما شبكيات منفصلة وتوجه بصرها لأسفل . وتحتوى شبكية عيون الأسماك المالحة على صبغة الرودبسين Rhodopsin ، بينما شبكية الأسماك العذبة بها صبغة البورفيروبسين Porphyropsin ، والصبغة الأولى بها ريتينال ٢ من فيتامين (A_2) والثانية تحتوى ريتينال ١ من فيتامين (A_1) . وهذه المستقبلات للألوان متباينة فى أقصى موجات امتصاصها (٤٢٥ - ٦٧٥ نانومتر فى المبروك) . وتزداد حساسية العين للضوء فى الأسماك التى تعيش فى الأعماق .

الضوء Light :

قد تنتج الأسماك العظمية خاصة فى الماء المالح العميق (ونادرا فى الماء العذب) نوعا من الضوء Bioluminescence ، وذلك بإفراز مواد مضيئة نتيجة لمس الأسماك أو إثارتها ضوئيا ، كما أن حقن الأسماك بالأدرينالين يجعلها تنشط ضوئيا . وتخضع أعضاء الإضاءة كذلك لتحكم عصبى . والإضاءة الفوسفورية هذه عبارة عن ناتج عمليات كيماوية تتم فى الأعضاء الحاملة للضوء Photophores بفعل إنزيم ليوسفريز Luciferase على مادة ليوسيفرين Luciferin فى وجود كل من ATP والأكسجين . وأعضاء الإضاءة الذاتية تنتشر فى حوالى ٤٢ عائلة سمكية على الأقل ، وتنتشر فى أجزاء مختلفة من الجسم ، وقد تشع ضوءها بانتظام واستمرار أو تتحكم فيه من حيث الشدة والاستمرارية . وقد يكون لعضو الضوء تأثير فى التجاذب للتزاوج ، أو أن يكون نظام الضوء محاكيا لكائنات البيئة فتكون وسيلة للتنكر والحماية من الأعداء ، وقد يفيد الضوء فى عملية الافتراس والتغذية أو فى تجنب المفترسات وفى الاتصال الجماعى .

الجلد وأعضاء الاضاءه فى سمك مضيىء



الخاصة الكهربية Electricity :

توجد فى بعض الأسماك خاصة كهربية كما فى كراكى النيل فى غرب إفريقيا وسمك السكين فى أمريكا الجنوبية إضافة إلى أنواع عديدة كالشفانين والراية والثعبان الكهربى والقرموط الكهربى والرعاد أو الرعاش . وترجع هذه الحاسة لاحتواء هذه الأسماك على أعضاء كهربية فى مناطق كثيرة مثل الذيل أو الجذع أو الرأس أو بطول الجسم على الجانب أو على الجهة البطنية ، وقد يصل طول العضو الكهربى إلى ١.٥ متر كما فى ثعبان السمك الكهربى . وينتج هذا العضو الكهربى جهدا كهربيا لأغراض المقاومة والهجوم والافتراس ولأغراض ملاحية واجتماعية . وهذه الأعضاء الكهربية تتكون من عدد كبير من الأعمدة بين الجلد والعضلات ، وكل عمود يتصل بمساحات خلفية عبارة عن رقائق عديدة الحبيبات سمك الرقائق ١٠ – ١٠٠ ميكرومتر ، ويتصل بهذه الرقائق ألياف عصبية ، وهذه المساحات الخلفية غنية بإنزيم اسيتايل كولين استريز عالى النشاط . وهذه الأعمدة عبارة عن أعمدة جهد ، وكل عمود يحتوى حتى ٨٠٠٠ خلية كهربية تنتج حتى ٨٠٠ ڤولت ، أذ توجد الأعمدة متوازية مما يزيد شدة التيار .

ويتم تفريغ الشحنة الكهربية عادة بسرعة وثبات مما يؤدى إلى وجود حقل كهربى ضعيف حول الحيوان . ويعد طرف الذيل طرفا سالبا ، بينما طرف الرأس فهو يمثل الطرف الموجب . ويفعل توصيل الماء الذى تتواجد فيه الأسماك تتوقف شدة الحاسة الكهربية ، فإذا كانت قوة التوصيل كبيرة فيقوى التيار وينتقل الحقل الكهربى إلى داخل الأشياء ، وإن كانت بسيطة فيضعف الحقل الكهربى ويتشتت . ويتم تسجيل قوة الحقل الكهربى على مسطح جسم السمك بواسطة مستقبلات حساسة على الخطين الجانبين .

وتختلف الأسماك الكهربية فيما بينها من حيث الإشارات الكهربية ، وذلك باختلاف أشكال موجاتها وترددها وشكل حقولها الكهربية ، والتى قد تكون ضعيفة أو شديدة الكهربية (بجهد كهربى ٥٠ – ٨٠٠ ڤولت وشدة تيار ١ – ٥٠ أمبير) . والأسماك فى الماء العذب تنتج جهداً كهربيا عاليا ، بينما الأسماك البحرية تنتج شدة تيار أعلى .

والإشارات الكهربية تمكن من التحقق من الأشياء الميتة فى الوسط المحيط ، كما تخدم كوسيلة اتصال بين الأفراد ، كما تفيد فى موسم التكاثر إذ تقوم الذكور بتفريغ شحنة كهربية متقطعة بسيطة ومتكررة حول الإناث ، وفى أسماك أخرى تتعرف الذكور على نوع شحنة الإناث العائمة معها وترد عليها « بأغنية » لإغوائها ، وبعض الأسماك تطيل فترة انقطاع نشاطها الكهربى لتظهر إذلالها وخضوعها لتقلل من شراسة وهجوم أعدائها . وجود الخاصة الكهربية يحدث نوع من التكيف للحياة فى الماء العكر ، حيث يكون عمل العيون تحت هذه الظروف محدود ، ورغم ذلك تكون هذه الأسماك نشطة ليلا إذ تنشط المستقبلات الكهربية على أعصاب الخطوط الجانبية . والإشارات الكهربية لاتصل لأكثر من ١ – ١٠ أمتار . وبواسطتها يمكن أيضا تحديد المواقع أو الأبعاد .

وهناك أسماك تستقبل الكهرباء لاحتوائها على حويصلات حساسة كهربائيا تستجيب للجهد الكهربى الخارجى (وربما الداخلى كذلك) ، ويختلف حجم هذه الحويصلات فى الأسماك المختلفة ، كما تختلف درجة استقبال الكهرباء Electroreception . وخاصية استقبال الكهرباء ذات أهمية للأسماك ليلية النشاط ، والأسماك التى تعيش فى مياه عكرة أو فى الأعماق المظلمة ، ولهجرة الأسماك ، وفى عملية التناسل والحركة بين العوالم المختلفة والتغذية ، إذ تستطيع بعض أنواع القروش من تحديد موقع فريستها حتى لو كانت

مختفية أو مغطاه لعدم ظهور روائحها وذلك بفعل استقبال القروش لمجال الفريسة الكهربى ، بل أكثر من ذلك تستجيب بعض أسماك القرش لمجال كهربى من مصادر غير حية كالكابلات الكهربائية البحرية .

الإحساس بالحرارة Thermal Sense :

معظم الحيوانات متغيرة حرارة الجسم تبدأ فى التجمد إذا انخفضت درجة الحرارة عن الصفر المئوى ، ولايمكنها إعادة النمو إذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك إذ تصل إلى الموت بردا ، كما أنها إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٥٠°م فإن معظم الحيوانات تعانى من النفوق بالحرارة العالية التى يسبقها انخفاض شديد فى معدل الميتابوليزم وفى النشاط العام .

وتوجد فى الأسماك مستقبلات الحرارة ومستقبلات البرودة بجانب بعض ، وذلك فى شكل نهايات عصبية حرة فى الجلد ، وفى سمك المرجان نجد أن كل مسطح جسمه حساس للحرارة . وقد تدرك بعض الأسماك العظمية البحرية تغييرات فى درجة الحرارة تصل إلى ٠.٠٣ - ٠.٠٧°م ، وتدرك أسماك أخرى حدا من برودة الماء يبلغ ٢°م أى من ١٥ إلى ١٣°م أو من ٢٠ إلى ١٨°م .

الصوت Sound والجهاز السمعى Acoustic System :

تصدر الأسماك أصواتا متباينة باختلاف أنواع الأسماك . وينتشر الصوت فى الماء بسرعة حوالى ١٥٠٠ متر / ثانية ، وتختلف هذه السرعة باختلاف درجة حرارة الماء وملوحته . وينشأ الصوت أساسا من ذبذبة المثانة الهوائية ، أو قد ينشأ من احتكاك غطاء الخياشيم وفتحة الفم وتحرك الأجزاء الهيكلية ، أو من الحركة فى الماء وتغيير الاتجاه ، أو من عملية التغذية وطحن القشريات ، أو من الأسنان البلعومية والأسنان الفكية ، أو من التجشؤ . والأصوات الناتجة عن المثانة الهوائية تكون بفعل عضلات خاصة إما فى جدار المثانة الهوائية ذاتها أو فى جدار الجسم الملاصق للمثانة الهوائية ، وبانقباض هذه العضلات بشكل متكرر تتذبذب المثانة الهوائية محدثة للصوت . ويصل تردد هذا الصوت مابين ٤٠ - ٨٠٠٠ نبذبة فى الثانية .

وقد يكون هدف الصوت إما الإنذار أو الهروب أو الدفاع أو كسلوك غزل من الذكر للأنثى عند التكاثر .

ولكبر كثافة الماء (حوالى ١٠٠٠ مرة قدر كثافة الهواء) فإنه لإحداث الصوت فى الماء يتطلب كمية كبيرة من الطاقة ، إلا أنه رغم ذلك ينتقل الصوت بسرعة عالية فى الماء (خمسة أمثال سرعته فى الهواء) ولايضعف بسرعة .

وجهاز السمع فى الأسماك يتركب من الأذن الداخلية وجهاز الخط الجانبى ، وإن كان كل منهما يختص باستقبال منبهات صوتية معينة . وهناك أسماك أكثر حساسية للأصوات من أسماك أخرى ، فالأسماك التى لها اتصال مابين المثانة الهوائية والأذن (كالقنوميات Cyprinidae والقراميط) ممثل فى تجميع الصوت بواسطة المثانة الغازية على عظيمات نسيجية وقناة أولية تتصل بالأذن الداخلية ، يعمل ذلك على تقوية السمع عنه فى الأسماك التى لاتتميز بهذا الاتصال ، إذ يعمل جدار المثانة كمكبر صوت Amplifier .

والحدود القصوى لسمع الأسماك تردده حوالى ١٠٠ إلى ٢٠٠٠ هرتز (والهرتز Hertz (Hz) وحدة قياس تردد الصوت أو عدد الموجات / ثانية ، وترجع تسميتها إلى عالم الطبيعة Heinrich Hertz 1857-1894) ، وإن كان هناك أسماك أخرى حدود سمعها القصوى تقع مابين ٣٠٠٠ إلى ١٣٠٠٠ هرتز (كما فى القرموط القزم) ، واضطراب مثانة العوم يخفض حدود السمع القصوى إلى ١٥٠٠ هرتز . وفيما يلى حدود سمع بعض الأسماك بالهرتز :

السمك	حدود السمع الدنيا	حدود السمع القصوى
ثعبان السمك	٣٦	٦٥٠
سمك المرجان	١٠٠	٣٠٠٠

وحساسية موجات سمع القرموط القزم تتماثل مع حساسية سمع الإنسان ، إلا أن هناك كثيرا من الأسماك حساسيتها السمعية أقل من ذلك . بينما جهاز الخط الجانبى تنبهه الترددات المنخفضة . وعموما فجهاز السمع فى الأسماك غير متطور ، كما قد لاتميز الأسماك مصدر الصوت واختلافاته لحد كبير . وإن كانت الحيتان تصدر موجات صوتية لتهتدى بها فى طريقها وتتردد هذه الموجات بمقدار ٢٠٠ ألف ذبذبة / ثانية ، والدلفين يصدر أمواجا صوتية فوق سمعية .

وجهاز الخط الجانبى Lateral Line System مجموعة تراكيب حسية Sensory Structures على منطقتى الجذع والذيل تتكون من صف خارجى من المسام تفتح فى قناة تحت الجلد تصل إليها نهايات حسية لفرع من العصب القحفى العاشر 10th Cranial Nerve . ويستقبل هذا الجهاز الحسى الاهتزازات من الأشياء مما يمكن السمك من العوم دون استخدام البصر ودون الاصطدام بالأشياء ، كما يساعد على صيد السمك لفريسته Prey أو طعامه ، ويعمل كل خط جانبى كبارومتر يقيس ضغط الماء (الذى يرتفع بالقرب من الصخور والأجسام المشابهة) فلا تصطدم الأسماك .

الحواس الكيماوية Chemical Senses :

وتشتمل على حاستى الشم Olfaction والتذوق Taste . فبالنسبة للشم ، معروف أن الروائح المختلفة تنتشر فى الماء فتبلغ النسيج الطلائى الشمى فى الكيس الشمى إذ للأسماك منخر واحد فى الوسط أو منخران على الجانبين فى الأسماك العظمية ، بينما فى الأسماك الغضروفية يفتح المنخران على الجهة البطنية للسمك . ويمكن الشم من اكتشاف الأسماك لغذائها فى ظلمة الماء وبين الأعشاب وحينما تختبئ الفريسة ، وخاصة عندما لايعتمد على الرؤية فى التغذية . وتزداد هذه الحاسة فى قوتها عند الجوع ، إذ يمكن لبعض أنواع أسماك القرش أن تصل إلى مصدر غذائها مع انخفاض تركيزه فى الماء (٠.١ جزء / بليون) .

كما تميز القروش بول الإنسان ودمه وعرقه . وهناك الكثير من الأسماك الأخرى التى تعتمد على حاسة الشم فى الحصول على غذائها مثل أسماك الجلكى والجريث والأسماك الرئوية الإفريقية والقرموط والثعبان

والفرخ والبكلا (القد) . فيوجد على قاعدة تجويف الأنف نسيج طلائى شمى ذات بناء قوى من الثنايا . وفى الكراكى يبلغ مسطح الشم ٢ . ٠٪ وفى الثعبان ٤ . ١٪ من مسطح الجسم . لذلك تصل حساسية الشم فى الثعبان إلى تخفيف ١:٩ . ٢ × ١٠^١٨ من كحول البيتافينيل ايثيل B-Phenylethyl Alcohol . وتفيد حاسة الشم كذلك فى تجنب الأعداء وفى الهجرة والاهتداء إلى المواطن الأصلية وفى التجمع فى مستعمرات وفى التكاثر .

أما التذوق فله مستقبلات كيماوية من خلايا حسية ثانوية على الشفاة أو فى تجويف الفم وعلى غطاء الخياشيم والذقن والزعانف أو مسطح الجسم عامة . ويقتصر تمييز كل الحيوانات الفقارية على أربعة أنواع أساسية فى التذوق هى الحلو والحامض والمر والمالح مما يساعدها على اختيار طعامها والبحث عنه . وتزود هذه الخلايا الحسية بأطراف عصبية تحفية . وتختلف استجابة الأسماك المختلفة للأطعمة حسب نوع أو أنواع المستقبلات بها ، إذ تتخصص الخلايا الحسية لنوع من أنواع التذوق الأربعة . ويفيد التذوق جزئيا فى البحث عن الغذاء ، كما يفيد فى اختيار الغذاء أو لفظه أو مسكه وابتلاعه ، وكذلك فى الغزل أثناء موسم التناسل وفى التعرف على الصغار .

وتفيد الحواس الكيماوية فى الاتصالات بين أفراد النوع الواحد من السمك بواسطة العوامل الكيماوية Chemical Agents التى يطلق عليها Pheromones والتى تنبعث من الأسماك وتختص بكل نوع سمكى ، وهذه العوامل الكيماوية عبارة عن مواد تفرزها للخارج أفراد الأسماك وتستقبلها الأفراد الأخرى من نفس النوع السمكى مظهرة بذلك رد فعل خاص سلوكى ، وتستخدم هذه العوامل الكيماوية ليس فقط فى الاتصالات داخل أسراب السمك Shoals بل كذلك فى تكوين المواطن Territories والإنذار والتزاوج وعودة الأسماك المهاجرة لأوطانها ، فهى ذات أهمية كبيرة فى سلوك الأسماك وتفاعلها مع بيئاتها ، وقد تم فصل بعضها والتعرف عليه ، لكن يستدل على معظمها بالعمليات السلوكية ، ويعتقد فى أهمية دورها فى عمليات زراعة السمك ، وقد بدأت دراستها فى الأسماك من عام ١٩٣٢ بواسطة Wrede لكن أول من أطلق على هذه العوامل الكيماوية المختصة بالاتصال لفظ Pheromones هم Karlson & Luscher عام ١٩٥٩ .

الأعصاب :

يتضح مما سبق هيمنة الجهاز العصبى على الجلد ومايحتويه من قشور وأشواك وألوان ومابه من حواس مختلفة من أبصار وسمع وحواس كيماوية وجهاز الخط الجانبى والخواص الكهربية ، إذ يغذى الأعصاب الخلايا والغدد المنتشرة على الجلد والمسئولة عن هذه الظواهر والحواس والخواص .

والجهاز العصبى Nervous System فى الأسماك العظمية يتكون من المخ وأجزائه (مقدم المخ الأمامى ، والجسمان المخططان ، والفصان الشميان ، وسرير المخ بالجسم الصنوبرى ، والفصان البصريان والمخيخ) وأسفله النخاع المستطيل والأعصاب المختلفة البالغ عددها إحدى عشر زوجا (الأعصاب القحفية Cranial Nerves) والحبل الشوكى الممتد من النخاع المستطيل .

الفصل الثانى

الجهاز العضلى والحركة والنمو والعمر (والجهاز العظمى) والنفوق

الجهاز العضلى Musculature

يتكو ن أساسا من عضلات مخططة striated muscles في منطقتى الجذ ع والذيل والتى تتكون من أنسجة عضلية (٣٠ ـ ٨٠ ٪ من وزن الجسم) مميزة ناتجة من انقسام خلوى غير مباشر ومنظمة فى وحدات نابضة تسمى Myomeres or Myotomes بينها نسيج خام Myosepta or Myocommata . وقد تحتوى الأسماك على عضلات سطحية غامقة اللون ومرتفعة المحتوى الدهنى تستخدم فى النشاط (السباحة) وهى العضلات الحمراء. وللأسماك كذلك عضلات فكيه واخرى للجهاز الخيشومى وغطاء الخياشيم وغيرها. وتوجد عضلات الجسم في سلاسل على الجانبين بطول محور الهيكل للسمك . والعضلات هى الجزء المأكول أساسا من السمك مصداقاً لقول الله تعالى : « وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا » (النحل : ١٤) ، ووظيفتها الأساسية للسمك هى الحركة وذلك بعمل موجات سحب متبادلة بطول الجسم من النهاية الأمامية للجذ ع إلى طرف الذيل فتنشأ حركة السباحة، كما أنها مخزن للطاقة .

الحركة (السباحة swimming) Motion

يتحرك السمك أى يسبح بفعل العضلات والزعانف والمثانة الهوائية Gas or air Bladder (مثانة العوم Swimming Bladder) ، إذ تحدث العضلات انقباضات متبادلة لتؤدى إلى تموجات جانبية من الأمام إلى الخلف على طول الجسم دافعة الأسماك إلى الأمام فى حركة متعرجة.

وتقوم الزعانف بمقاومة الحركة من جانب إلي أخر مما يعمل على توجيه الحركة، كما تقوم الزعانف كذلك بالعمل على الاستقرار فى العوم. والمثانة الغازية (المتوافرة فى معظم الأسماك العظيمة) ، تعمل على تكييف الوزن النوعى للأسماك مع الوزن النوعي للماء لما تحتويه من غازات تشبه الهواء (إذ تقوم كذلك بتوفير جزئى للأكسجين فى وقت الطوارىء كما تستخدم في إحداث الصوت وربما كذلك فى الإحساس بالصوت، فلهذه المثانة الهوائية وظائف سمعية وتنفسيه وهيدروستاتيكية) مما يعمل على تنظيم العوم أوالغطس أو الثبات ، أى الحركة لأسفل ولأعلى (لذلك تنكمش أو تنعدم المثانة الهوائية فى أسماك القاع) ، بينما فى الأسماك الغضروفية يقوم الذيل بهذه المهمة لعدم تناظر الزعنفة الذيلية فتعمل على التحكم في الرفع لأعلى وللأمام.

وكثير من الأسماك الغضروفية تطفو بفعل وجود كمية كبيرة من الزيوت وهيدروكربون يطلق عليه سكوالين Squalene فى أكبادها، وذلك لغياب المثانة الهوائية، ووجود تحويرات تركيبيه أو عدم وجودها وحجم وموقع المثانة الهوائية كلها مرتبطة مع بيئة وعادات الأسماك، ففى حالة عدم وجود المثانة الهوائية تنتقل الأسماك عمودياً بالسباحة السريعة مستخدمة الزعانف الكتفية .وفى وجود المثانة الهوائية تنتقل الأسماك عمودياً ببطء بالتحكم فى إدخال وإخراج الغاز فى المثانة الهوائية للتحكم فى طفوها أو غوصها. كما يساعد الشكل الخارجى للأسماك فى الحركة كذلك. وهناك علاقة قوية بين درجة حرارة الماء ونشاط السمك مقاساً بسرعة السباحة.

النمو growth :

النمو لفظ يستخدم للدلالة علي التغييرات فى حجم الجسم سواء فى الطول أو فى الأبعاد الأخرى، أو في الوزن سواء فى الجسم ككل أو فى أنسجته المختلفة، أو فى المكونات المختلفة من بروتين ودهن ومركبات كيماوية أخرى بالجسم أو فى محتوى طاقة الجسم كاملا أو لأنسجته ، وكلها ببساطة نتائج تغييرات فى الأعداد أو الحجوم النسبية لمختلف أنواع الخلايا. كما قد يعنى النمو كذلك التغيرات فى عدد الأسماك في العشيرة. وقد تكون هذه التغيرات فى الحجم والعدد والوزن إما موجبة أو سالبة Negative growth or Degrowth، وقد تكون زيادة الخلايا عددياً أو حجمياً . وتختلف الأعضاء والأنسجة فى قدرتها على النمو.

ويتوقف النمو على عوامل عديدة منها :

١ - وجود منبهات النمو والتى تتأثر بتنظيم الجهاز العصبى المركزي أو الجهاز الليمفاوي المنظمان لمراكز تفاعل المثبطات والمنشطات.

٢ - الحاجة الوظيفية Functional demand قد تؤثر على الحجم النسبى للأنسجة فى أثناء النمو وفى المراحل المختلفة لدورة الحياة.

٣ - الحالة الغذائية أو الإمداد الغذائى كمية ونوعا ومدى كثافة السمك المتنافس على نفس المصادر الغذائية ، ونسبة الاحتياجات الغذائية للنمو إلى احتياجات الحفظ تقع ما بين ١ : ١.٥ و ١ : ٢.٣ ، واحتياجات الطاقة للمبروك مثلا ٢.٥ مرة اعلى من احتياجات التنش tench وعادة ما تسبب العلائق المحتوية على أحماض أمينية حرة فى نقص النمو عن الحد الأمثل المتحقق باستخدام أحماض أمينية مرتبطة بالبروتين، وبانخفاض التغذية ينخفض نمو السمك أو يقف وإن انخفضت التغذية دون المستوى الحافظ فتفقد الأسماك من وزنها . وتتوقف الاحتياجات الحافظة على نشاط السمك وحجمه النسبى والضغوط الخارجية (نقل، صيد ، غيره) والظروف البيئية . وتتوقف زيادة طول ووزن السمك على زيادة وفرة الغذاء

٤ - ظروف المياه الأخرى من ملوحة ودرجة الحرارة والأكسجين الذائب بل والفترة الضوئية، أي الموقع المائي وشهور السنه بل ومن سنة لأخرى يختلف النمو حسب الظروف الجوية (الحرارة ، رياح، مطر، ضوء)

٥ - كثافة العشيرة والتي تتوقف على النوع وظروف جودة المياة المختلفة وعمر الأسماك ، فزيادة الكثافة تحد من النمو بغض النظر عن وفرة الغذاء.

٦ - حجم وعمر الأسماك والنضج الجنسي لها، إذ أن سرعة النمو تكون نسبيا أكبر في الأحجام الأصغر.

٧ - تأثيرات وراثية تتعلق بنوع السمك وحجم اليرقات، إذ يختلف النمو الطبيعي باختلاف الأنواع بل والأفراد لنفس النوع (لاختلاف الظروف البيئية) للتباينات الوراثية .

و هناك علاقة بين مساحة سطح الخياشيم والنمو أساسها (بجانب الغذاء) الأوكسجين اللازم والمحدد النمو. ولكل نوع سمكي مدى حراري أمثل للنمو في مدى ملوحة ونظام غذائي معينين.

فيتأثر النمو **بدرجة الحرارة** حيث إن النمو عمليات كيماوية إنزيمية يلزمها مدى حراري معين ، وعليه يتأثر النمو بدرجة حرارة الماء والاختلافات الموسمية.

كما يتأثر النمو **بالأكسجين** كذلك، حيث إن الأوكسجين لازم للتنفس اللازم للنمو. وأمكن الحصول على نمو من أسماك البلطي في ٤ أشهر يعادل النمو المتحصل عليه في ١٠ شهور بواسطة تخفيف **كثافة السمك** باستمرار مع تغيير **المياة** عدة مرات أسبوعياً واستمرار **تهوية الماء** والتحكم في معدلات **التغذية**. كما قد ثبت أن **حجم زريعة** المبروك عند الفقس هو أهم عامل محدد لمعدل النمو بعد ذلك ، والذي يتوقف أساسا على **عمر الأمهات** عند وضع البيض. فنمو السمك الجسمي يعتمد على كثافة السمك ويتأثر كذلك **بالمنافسة** على الغذاء وندرة Scarcity الغذاء سواء لزيادة كثافة العشيرة أو لانخفاض إنتاج عناصر الغذاء. وقد تستعيد العشيرة نموها بقوة عند انخفاض المنافسة على الغذاء إما من خلال شدة الصيد وزيادته Over fishing أو من خلال وفرة الغذاء أوانتقالها إلى ظروف بيئية جديدة تتوفر فيها الأغذية والمكان Space . وهناك علاقة عكسية بين كثافة السمك ونموه الجسمي Somati Growth .

ويؤثر **المنافسة** Competition على النمو، فالمنافسة اصطلاح لحالة توجد بين كائنات تعتمد على نفس المصدر من الاحتياجات البيئية فتسبب تداخلا يؤدي إلى تأثيرات ضارة، على كائن أو اكثر ، والمنافسة حالة طارئة وتختلف شدة تأثيرها على النمو باختلاف درجتها، إذ قد يكون تأثيرها غيرملحوظ أو شديد أو ضار وقد عبرعن المنافسة على الغذاء بمعادلة

$$Ci = Me / Mp$$

حيث إن (Ci) دليل شدة المنافسة، (Me) معدل الاستفادة من الغذاء، (Mp) معدل إنتاج الغذاء

المتوفر (بنفس الوحدات المعبر عنها في الاستفادة من الغذاء سواد بوحدات وزن أو طاقة أو بروتين).

والمكان الملائم Niche عبارة عن مساحة حيوية محتملة للنوع تحددها محاور بيئية متعددة، وإذا تماثلت هذه المساحة (المكان) لنوعية من الكائنات ، كانت فرصة المنافسة بين النوعية قائمة إذا تواجدا في تزامن واحد معا، وقد تكون المنافسة داخل النوع وبين الأعمار (إذا كان غذاء مرحلتي العمر واحدا مثلا) ، وبالمنافسة في المكان الملائم يقل النمو والتكاثر. وعادة تكون المنافسة شديدة بين الأنواع آكلة العشب وآكلة اللحوم، أما آكلات كل شيء (الكانسة) Omnivores فعلائقها متباينة فتكون المنافسة فيما بينها أقل. وقد يطلق على العادات الغذائية Feeding Habits كذلك اصطلاح Niches ، وبتقدم عمر السمك قد يغير من عاداته الغذائية لتجنب المنافسة.

وإذا كان نمو الطيور والثديات عضليا بعد التمييز الجنيني يكون عبارة عن تضخم الألياف العضلية، إلا أنه في السمك يكون زيادة عدد الألياف العضلية بالنمو العضلي أوالجسمي نتيجة تخليق ألياف صغيرة جديدة أو انقسام الألياف الموجودة بالفعل ، بينما في الكائنات الأخري يثبت عدد الألياف العضلية بعد اكتمال التمييز الجنيني للأنسجة.

وتتأثر الأوزان النسبية للأنسجة بدرجات الحرارة (يزداد الوزن النسبي للجلد على درجات الحرارة المنخفضة) ، وحجم العليقة (زيادة العليقة تزيد دهن الأحشاء وندرتها تخفض نمو الأحشاء والدهن المخزن بها) ووزن الجسم (إذ يزيد دهن الأحشاء بزيادة وزن الجسم) وعمر السمك (إذ ينخفض الوزن النسبي للقلب والجهاز الهضمي خلال المرحلة العمرية المبكرة في السمك) والحاجة الوظيفية (فعند التجويع والصيام تضمر المعدة ويكون نموها النسبي في الأسماك ضعيفة النمو قليلاً بينما يزيد باسترجاع النمو والتغذية) ، وبالصيام تحدث كذلك تغييرات اضمحلالية محسوسة في طلائية المعدة وأنسجة الكبد (وأحياناً كذلك بالألياف العضلية) والغدد المختلفة كالنخامية Pituitary والزعترية Thymus والبنكرياس Pancreas والدرقية Thyroid والكلى . وسحب مخزون الأنسجة بالصيام يؤدى إلى تغييرات في تراكيبها بالإضافة إلى تغيير أوزانها النسبية.

ويجرى تقدير النمو مباشرة للأسماك بمعلومية العمر أو الحجم لفترة ، لكن عادة ما تستخدم الطرق غير المباشرة لتقدير التغيير في طول أو وزن السمك، وتحليل تكرار الطول يمكن استخدامه لتقدير متوسط معدل النمو. وكثيرا ما تستخدم علاقة العمر بالحجم للأسماك المنفردة مع البيانات التجريبية والعمر للأفراد لاستخلاص متوسط النمو لعينة من العشيرة. وطريقة الحساب الرجعي للحلقات ومناطق النمو في التراكيب الكلسية تتضمن نواحي فنية أكثر لكن يمكن استخدامها للتفسير الدقيق لتاريخ نمو أفراد السمك .

ومن طرق تقدير النمو في السمك :

١ - **تكرار الطول** Length Frequency : وتستخدم في تقدير متوسط مقياس النمو لعينة سمك، وهي غير حساسة نسبيا للتغييرات في معدل النمو لذا قد يقترح الجمع بنيها وبين تحليل تدرج الشكل كطريقة متكاملة.

٢ - **الحجم والعمر** Size - at - Age : ودائما يرتبط وصف النمو بأحجام الأفراد عند الأعمار المختلفة، فالعلاقة بين الطول والعمر Length - at - Age يمكن تطبيقها للحصول على مقياس نمو مثل معامل الحالة Condition Factor وطول السمك (L) والذى يمكن استخدامه لوصف ومقارنة معدلات النمو. ومعامل الحالة أو العلاقة بين الوزن (W) والطول في الأسماك يأخذ شكلا منحنيا يختلف شكله وميله Slope باختلاف الأنواع والعشائر والمواسم والأجناس والتغذية ودرجة الحرارة . ويعبر عن معامل الحالة (أو دليل الوزن Ponderal index) بالمعادلات

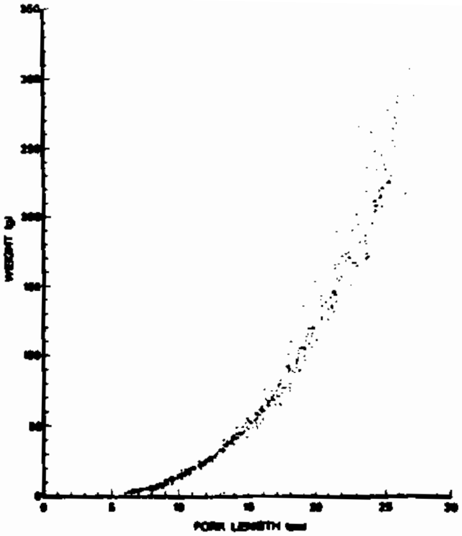
$$K = W / L^3$$

$$K = W \times 100 / L^3$$

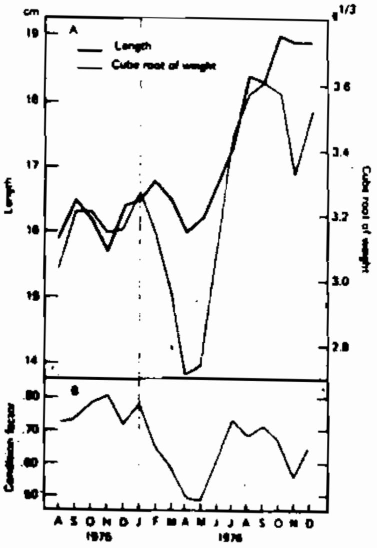
حيث (W) بالجرام، (L) بالسنتيمتر وقد يرفع للأس الذى قيمته بين ٢,٥ و ٤ حسب العمر، وقد يعبر عن(L) كطول شوكي أو طول قياسى أو طول كلى .

واختلاف هذا العامل (K) فى النوع الواحد على مدار الوقت يعكس الاختلافات الطبيعية الموسمية في ميزان الميتابوليزم وفى نظام النضج الجنسى والتناسل فامتلاء القناة الهضمية بالغذاء يؤثر على هذا العامل، كما يؤثر الجنس كذلك عليه خاصة بعد النضج الجنسى. فتغيرات هذا العامل تعكس التغيرات فى محتوى الجسم من البروتين والدهن. ويستخدم هذا العامل فى تحليل عشائر الأسماك من حيث تقدير توقيت ومدة نضج المناسل، وفى تتبع النشاط الغذائى وعجز الإمداد بالغذاء ووفرته ، وفى مقارنة عشائر تعيش تحت ظروف متشابهة أو مختلفة من حيث التغذية والكثافة والطقس وغيرها .

علاقة الوزن بالطول
فى أسماك التراوت
قوس قزح النامية
على ١٢ ° م



طول وجذر تكعيبى لوزن
أسماك البوت Pout
النرويجى فى قس عام
١٩٧٤ . يقل الوزن فى
الشتاء ، ولايقل الطول
لوجود العمود الفقرى
وعليه فيختلف معامل
الحالة كما يتضح من
الجزء السفلى (B) من
الرسم .



٣ - الحساب الرجعى أو حل العلاقة السابقة للحجم بالعمر Back-Calculation : or Reconstruction of Previous Size - at Age

ويجرى بقياس الطول على تراكيب هيكلية للسمك، ومنها يحسب الطول الكلى السمك فى سنوات متعاقبة . وترسم العلاقة الخطية بين حجم التركيب الكلسى وحجم الجسم المقدرين تجريبيا فى عينة كبيرة تحتوي مدى واسع من الأحجام فى نفس العمر فى وقت من السنة تكون فيه الاختلافات فى معدلات النمو أقل ما يمكن . وعند تناسب حجم النسيج الكلى مع حجم الجسم فإن :

$$F_x = F_y \frac{B_x}{B_y}$$

حيث(F_x) طول السمك عند حلقة معينة أو عمر معين ، (F_y) طول السمك وقت الصيد، (B_x) طول أو قطر التركيب الكلسى عند الحلقة المعينة، (B_y) الطول الكلى (وقت الصيد) للتركيب الكلسى. ويفترض وجود علاقة خطية بين نمو القشور ونمو الجسم. والحساب الرجعى من أدق طرق تقدير النمو فى السمك. وفى نهاية القرن الثامن عشر أمكن تقدير النمو فى الأسماك المنفردة فى شكل علاقة الطول بالعمر Length - For - Age من المواقع النسبية للعلامات الحلقية Annulus Marks على القشور أو الأنسجة الكلسية الأخرى . ويؤدى تحليل النمو الجسمى Somatic Growth إلى حساب كفاءة الاستفادة الغذائية Efficiency of Food Utilization للاسماك ، وتوزيع المواد الممثلة غذائيا Asimilated Substances بين أنسجة الجسم، وتحديد وقت الحصاد بمعرفة صفات الأنواع السمكية وأحجام أنسجتها النسبية ومحتوياتها من البروتينات والدهون والطاقة وعلاقتها بزيادة حجم الأسماك (أى بدراسة دور التغذية والهرمونات فى نمو الأسماك) .

٤ - تعليم وترقيم السمك Marking or Tagging : ويتطلب تكنيك معين قد يؤثر على النمو، وقد يستخدم فيه التعليم الداخلى أو التلوين بالمضادات الحيوية والصبغات.

أو تستخدم مشابك الزعانف. وتتم الدراسة بتتبع الزيادة فى الطول أو الوزن للأسماك المعلمة فيما بين فترتى التعليم وإعادة الصيد. وهى طريقة مكلفة مما يحدد من انتشارها على مستوى واسع، كما أن نمو السمك المرقم قد لا يتماثل مع نمو العشيرة غير المعلمة.

٥ - تقدير بروتين جسم السمك بأخذ عينة من العضلات وتقدير بروتينها (أزوتها) الذى يحول إلى وزن سمك. كما أن تقدير نسبة الحمض النووى RNA إلى الحمض النووى DNA فى فترتين فالأخير ثابت الكمية فى الخلية الواحدة لمسئوليته عن الصفات الموروثة بينما الأول (RNA) تزيد كميته بزيادة النمو لمسئوليته عن تخليق البروتين الجديد فى الخلايا وعليه فتزيد نسبه هذين الحمضين $\frac{RNA}{DNA}$ بزيادة النمو، ويفضل استخدامها فى العضلات البيضاء

للأسماك الناضجة وفى الأسماك كاملة فى الطور اليرقى.

واستخدام مقارنات معدل النمو على أساس نسبة الأحماض النووية يجب أن يقتصر على نفس الأنواع وفى حجم محدد ومرحلة عمرية محددة، إذا أن هناك عوامل (كدرجة الحرارة والنضج) تؤثر على مستوى نشاط الأحماض النووية.

والحمض RNA يستخدم كمؤشر لمستوى النشاط الميتابوليزمى ولحجم الخلية النسبى ، بينما الحمضى DNA يستخدم كدليل لعدد الخلايا فى الأنسجة المختلفة. وتزيد النسبة بين هذين الحمضين فى العام الأول من عمر عنه فى العام الثانى لزيادة معدل النمو فى السمك الأصغر. وبالنمو فى سمك القد من ٣٠ إلى ١٠٠ سم انخفض تركيز DNA فى العضلات لانخفاض عدد الخلايا لكل وحدة وزن جسم بزيادة حجم السمك.

ومن فوائد تقدير النمو فى الأسماك ما يلى :

١ - تساعد معلومات النمو فى الحصول على إنتاج عال من الأسماك فى وقت أقل وذلك باختيار الأنواع الأسرع نموا.

٢ - تساعد فى وضع التشريعات الخاصة بأوقات الصيد وأماكنه وحجم فتحات الشباك للمحافظة على الثروة السمكية بعدم صيد الأحجام الصغيرة لتمكينها من النمو التكاثر.

٣ - تمكن من معرفة أفضل الظروف البيئة للحصول على أفضل نمو سمكى فنعمل على تعديل الظروف لأنتاج أعلى محصول ممكن.

معدل النمو Rate of growth :

الطريقة الأساسية للتعبير عن نمو كائن هى وصف معدل النمو على طول حياته، وهذا المعدل ينتج من عدة عوامل تعمل مستقلة. ومعدل النمو تضاعفى أو لوغاريتمى أكثر منه حسابى وذلك لأنه دالة Function ، إذ يزيد النمو أول الحياة ثم يتناقص مؤخرا . فمنحنى النمو باستمرار العمر يكون أولا مقعرا لأعلى، Concave ثم ينقلب التقعير لأسفل تدريجيا . فمعدلات النمو عادة تكون أسية أو لوغاريتمية Exponential موجبة أول الفترة ثم سالبة فى نهايتها.

ويعبر عن النمو بالمعادلة الأسية :

$$dy / dt = ry$$

حيث إن (dy/ dt) معدل التغيير فى الحجم أو العدد فى وحدة الزمن، (r) الأس لمعدل الزيادة فى الحجم أو العدد، (y) حجم العشيرة أو الكائن النامى.

وتأخذ الأسماك فى نموها (طول ووزن) شكل منحنيات النمو السينية Curves Sigmoidal Growth

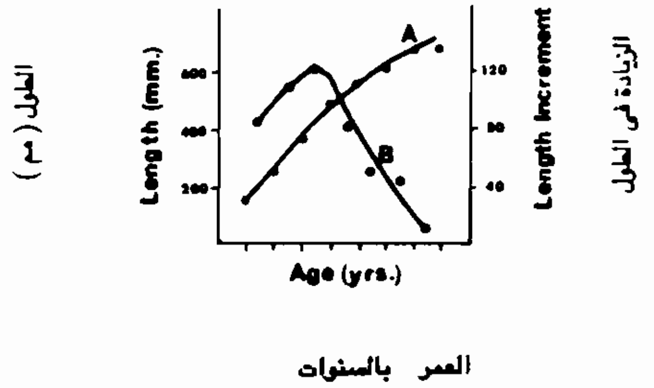
فى فترات ازدهار النمو فى الربيع والصيف وفى مرحلة النمو الجنينية. وتستخدم عادة معدلات النمو النوعية (Specific Growth Rates (SGR . (٪ / يوم) وهى من أفضل الطرق لعرض النتائج خاصة كقاعدة فى المقارنة بين العشائر والأعمار والأفراد، وهذا يتطلب قياس المتغيرات من طول ووزن وغيرها على فترات منتظمة :

$$G = \frac{\log_e YT - \log_e Yt}{T - t} \times 100$$

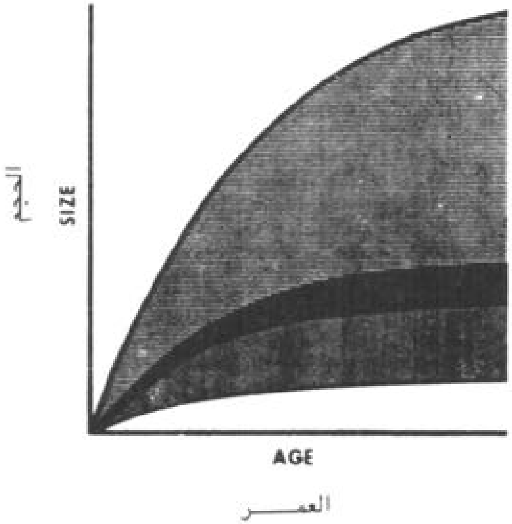
حيث إن (G) معدل النمو النوعى، (YT) الحجم النهائى عند الزمن (T) ، (Y t) الحجم الأولى عند الزمن (t)، (Lag_e) اللوغاريتم الطبيعى.

وتختلف العشائر المختلفة (من نفس النوع السمكى الواحد) فى معدل نمو أسماكها فى نفس العمر طبقا للاختلافات البيئية (الغذائية) ، إذ أن معدلات نمو السمك تستجيب بشدة للاختلافات فى وفرة الغذاء وكثافة العشيرة ودرجات الحرارة والأوكسجين وغيرها .

وحجم الجسم النهائى المميز لاكتمال النضج الجنسى فى الطيور والثديات لا يظهر عادة فى الأسماك التى يظهر فيها نقطة هامة نسبيا تشير إلى أول نضج يظهر مرتبطا بأقل حجم حرج والذى تصل إليه الأسماك فى عمر يتوقف على معدل النمو الجسمى. وبينما معظم الفقاريات الراقية لها أقصى حجم لا تتعداه مهما طال عمرها، فإن الأسماك تظهر نموا مستمرا (طالما أن الغذاء غير محدد) طوال حياتها، وإن قل تدريجيا معدل النمو بعد بلوغ أقصاه. أى أن عمليات النمو الأساسية فى الأسماك تختلف عنها فى الفقاريات الراقية . وعموما فإن معدل النمو عبارة عن مقدار التغير (الزيادة) فى الطول أو الوزن فى وحدة الزمن. وغالباً يستخدم الطول للتعبير عن الحجم لصعوبة قياسه (بواسطة الإزاحة بالماء) عن الطول.

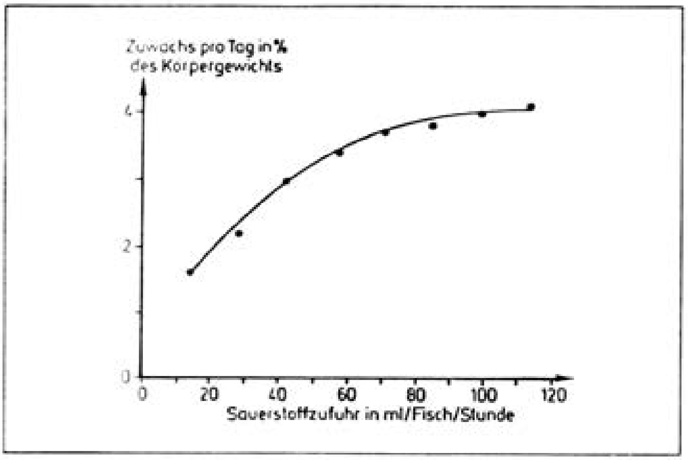


متوسط الطول والزيادة فى الطول (معدل النمو) على مدار عمر أسماك التراوت .



مقارنة معدلات النمو لأنواع سمك سريعة النمو (لأعلى) واخرى نموها بطيء (لأسفل) والمنطقة السوداء منطقة مشتركة لفقر نمو الأنواع الأولى (سريعة النمو) وجودة نمو الأنواع الأخيرة (بطيئة النمو)

النمو اليومي ٪
من وزن الجسم

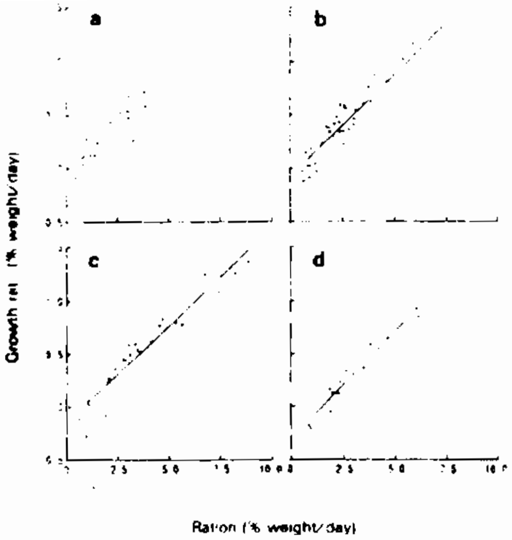


وفرة الأوكسجين مل / سمكة / ساعة

علاقة الأوكسجين المتاح بمعدل نمو المبروك على ٢٣ ° م

العلاقة بين معدل النمو النوعي في الوزن ومستوى العليقة لصغار أسماك البكلاة Cod على درجة حرارة ٧ ° م (a) ، ١٠ ° م (b) ، ١٥ ° م (c) ، ١٨ ° م (d) .

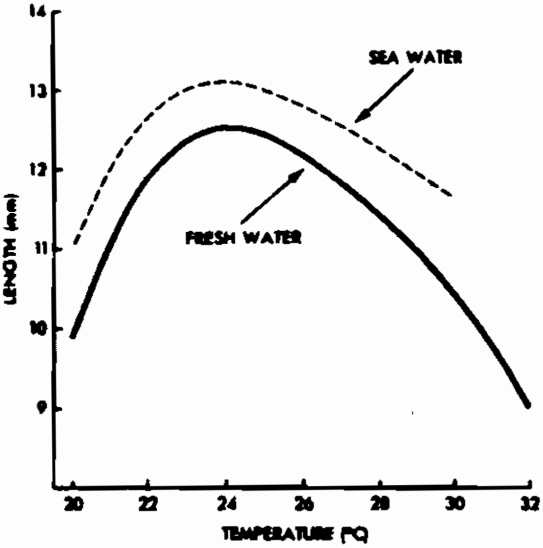
معدل النمو (٪ وزن / يوم)



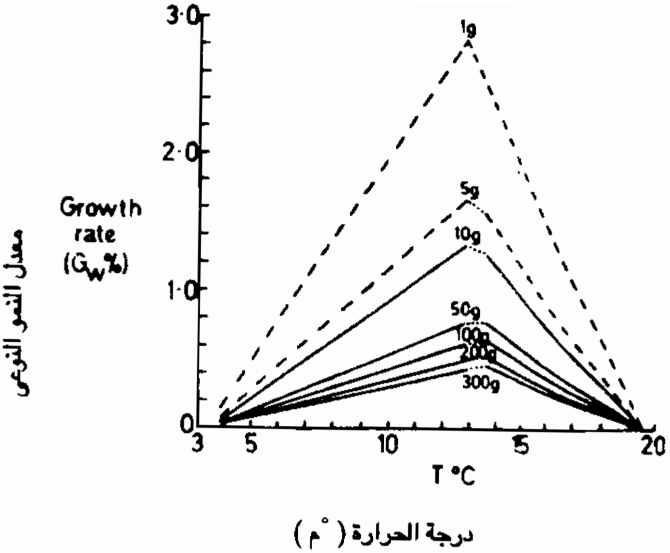
العليقة (٪ وزن / يوم)

متوسط أطوال أسماك الجوبي عمر ٤٠ يوما في ماء البحر (خط مقطع) وماء عذب (خط متصل) على درجات حرارة مختلفة.

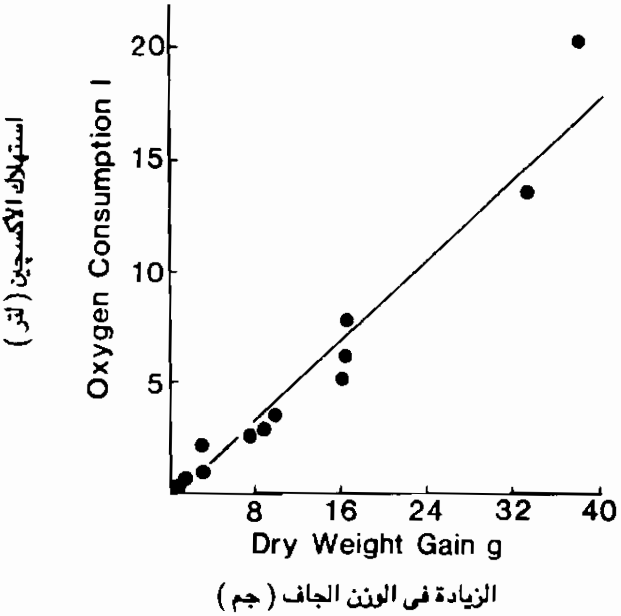
الطول (مم)



درجة الحرارة (° م)



العلاقة بين معدل النمو النوعى (٪ وزن / يوم) ودرجة حرارة المياة لأوزان جسم مختلفة من أسماك التراوت على أقصى معدلات تغذية .



علاقة الزيادة فى وزن الجسم الجافة باستهلاك الأوكسجين فى أسماك القرموط الإفريقى

وعادة يكون النمو أعلى فى المياه الدافئة عنه فى المياة الباردة، وقد ينخفض النمو فى أثناء الهجرة أو التناسل ، بل قد يكون سالباً عندما تنخفض طاقة الغذاء عن الاحتياجات المختلفة للسمك. وعليه فشكل مقاطع منحنى النمو تتباين بتباين الأنواع لاختلاف مواعيد هجرة وتكاثر كل نوع عن الآخر، أى أنه ليس شرطا أن يزداد نمو كل الأنواع صيفا أو ربيعا، إذ قد تتناسل بعض الأنواع فى مواسم النمو (هذه) لأنواع أخرى.

وقد يتفوق نمو الذكور على الإناث فى أنواع، والعكس صحيح فى أنواع أخرى. ويرتبط النمو عموما بالتأثيرات الهرمونية خاصة من الغدة النخامية.

كما قد تستخدم عوامل نمو مختلفة لدفع نمو السمك من بينها المضادات الحيوية (خاصة في حالة نقص البروتين الحيوانى لتداخلها فى ميتابوليزم البروتين مما يجعلها تعوض نقصه لحد ما) والأحماض الأمينية والفيتامينات وكلوريد الكوبلت ونترات الكوبلت والمعادن المختلفة ، ووجد أن أكثرها تأثيرا كانت كلوريد الكوبلت، يليها النشا والبورون والمنجنيز فى العليقة. ولحجم جزئيات العليقة تأثيرها على النمو، فأقصى نمو يكون على حجم معين لجزيئات الغذاء لا دونه ولا أكبر منه ، وبزيادة طول السمك يزيد نسبيا حجم جزيئات الغذاء اللازمة لأقصى نمو، فالأسماك بطول ٢ . ٤ ـ ٣ . ٢٠ سم طول يكون أقصى نمو لها عندما تغذى على غذاء قطر جزئياته ٠٢٢ , – ٠٢٦ , ٠ × الطول الشوكى للسمك. وعموما فإن أقصى نمو للسمك وزن ١٠ جم فأثقل لا يتعدى ٣٥ جم/ كجم ^{٠,٨٠}/ يوم.

إعادة نمو (تجديد Regeneration) أعضاء السمك :

تتمتع الأسماك بقدرتها على إعادة إنماء بعض الأعضاء الخارجية والداخلية بأجسامها . فقد وجد Sonnemann ١٩٧٥ انتشار معلومات منذ زمن بعيد عن قدرة السمك فى إعادة نمو الطرف السفلى لخط الظهر، كما وجد Wunder & Schimke ١٩٣٥ أن المبروك يعيد نمو الخياشيم والقشور والذقن والزعانف وذلك إذا ماترك جزء ولو بسيط منها على الجسم عند الجراحة لتكون نقطة بداية (منبت) للتكاثر الجديد، إلا أنه لو أزيلت على سبيل المثال الزعنفة كلية فإنها لا تتجدد بل يلتئم الجرح ببساطة . وفى عام ١٩٥٢درس Wunder إمكانية إعادة نمو الأعضاء الداخلية (مبايض ، خصى، كبد، طحال، كلى) فى المبروك. ووجد من إجمالى الدراسات فى هذا الموضوع أن :

١ – بالنسبة للخصى : فإن إزالة إحدى الخصيتين كلية لا ينتج عنه أى نمو جديد فيها، بينما إزالة الخصيتين معا أدت إلى تكاثرهما من جديد على الجانبين. وإزالة نصف خصية فقط أدى إلى زيادة حجم الخصية الأخرى وعدم نمو الأولى . وعليه فإعادة النمو تتوقف على ما إذا كان قد استبقى جزء من النسيج المسئول عن التكاثر ثانية فى الجسم، وإذا أزيل نسيج الخصية والنسيج المحيط بها كلية فإنه لن يعاد فيها نمو، وقد يحدث نمو جنسى مخالف فى الأسماك ثنائية الجنس، وإذا أزيل ربع الخصى فقط فإنها لا تتكاثر جديداً بل تزيد فى الحجم فقط..

٢ – أما المبايض : ففى المبروك أدت إزالة كلى المبيضين إلى عدم إعادة نموهما، كما أنه قد ينشأ تكاثر خصى مكانهما فيما يسمى بإعادة نمو جنسى مخالف Counter - Sexual Regeneration . كما أن إزالة أحد المبيضين بالنسيج المحيط لا تؤدى إلى إعادة نموه، بينما إذا تمت إزالة المبيض بحرص مع ترك النسيج المحيط فإنه يعيد نموه ثانية. ويؤدى عدم إزالة المبيض كلية إلى زيادة اتساع الجزء المتبقى كما يزيد امتداد الكلى على نفس الجانب

المزال منه المبيض ليشغل الحيز الناشيء من إزالة المبيض.

٣ – الكبد : لم يتمكن أى من Wunder ١٩٥٣ ، Maier ١٩٦١ وكذا Sonnemann ١٩٧٥ من اكتشاف أى نمو جديد فى الكبد بعد إزالة أجزائه، وعند إزالة أجزاء صغيرة من الكبد أدت إلى نمو الطحال مكانها وتم التئام جرح الكبد.

٤ – الطحال : رغم أن Topf ١٩٥٥ لم يحصل على أى نمو جديد فى الطحال إلا أن كل من Wunder ١٩٥٣ و Sonnemann ١٩٧٥ تمكنا من تحقيق إعادة نمو طحال المبروك، وعليه فيجب معرفة أن طحال المبروك متباين التركيب جدا، ففى كثير من الحالات يتكون من جزء أساسى وسلسلة من العقد الصغيرة موضوعة بين نسيج الكبد، وعموماً فإن العضو لو أزيل كاملا مع كل العقد والأطراف الخلفية فقد لا ينو ثانية.

٥ – الكلى : أجريت دراسات على كلى المبروك فوجد أنه إذا أزيل منها الفص المركزى لم يحدث أى إعادة نمو، إلا أنه قد يحدث تضخم تعويضى فى الجهة المقابلة أو فى الميتانفرونات Metanephron ، وإذا زاد أو نقص حجم الأعضاء المجاورة فإن الفص المركزى الكلوى إما أن يعاق نموه أو أن يزيد نموه، فمثلاً عند إزاله جزء من الخصى يحدث تشوية فى شكل الكلى وعدم تناسقها ، إذ أن نمو الخصية الملاصقة بشدة يثبط من تكوين الفص المركزى الكلوى المجاور للخصية المزال جزء منها.

٦ – المثانة الهوائية : وجد أن إزالتها كاملة من المبروك لا تعيد نموها بل يمتد مكانها أعضاء أخرى فى الحيز الذى فرغ، وإذا أزيل الجزء الخلفى منها فإن الجرح يلتئم ولا يحدث إعادة نمو. وإذا شقت المثانة الهوائية طوليا فإن الجرح يلتئم وتعود المثانة الهوائية لوظائفها ثانية بسرعة. فالمثانة الهوائية ليس لديها استعداد لإعادة نموها، لكن لها قدرة فائقة على الاستشفاء وإعادة وظائفها بعد جرحها.

٧ – تداخل الأعضاء عقب العمليات : يشغل تجويف الجسم أعضاء عدة تتنافس فيما بينها على المساحة المتاحة، فإذا تضخم عضو فإنه يكون علي حساب عضو آخر، فإزالة عضو كامل أو جزء من عضو يجعل العضو المجاور يمتد فى الفرا غ الناشيء ، فمثلا قد يحدث امتداد للفص الرئيسى للكلى فى الفرا غ الناشيء من إزالة مبيض أو خصية، ويمتد الطحال كذلك فى الفرا غ الناتج من إزالة جزء من الكبد، وإذا أزيلت المثانة الهوائية امتدت مكانها الأمعاء.

ومما سبق يتضح أن للمبروك قدرة على إعادة نمو بعض أعضائه الداخلية (خصى، مبيض ، طحال) دون البعض الآخر (كبد ، كلى ، مثانة هوائية).

التجـديد Recruitment

المقصود بالتحديد فى عشيرة أسماك هو إضافة أعداد جديدة للعشيرة لتصير متاحة فى فترة خاصة من حياتها، عادة هى المرحلة التى يتم صيدها فيها. والتنبؤ بالتجديد ليس عملية سهلة، وذلك لتوقفه علي عدد الإناث وخصوبتها وخصائص الحجم والنمو. إذ أن الخصوبة تكون مرتفعة فى مرحلة عمر دون آخرى، وبالتالى يتباين عدد البيض لكل وحدة وزن من الإناث البالغة. كما يتوقف التجديد كذلك على النفوق فى العشيرة، وهذا هو الآخر متباين الأسباب (فيضانات ، جفاف ، انحرافات حرارية، رياح شديدة، تلوث ، كثافة سمك عالية تؤدى للافتراس Cannibalism وللأمراض وسحب الغذاء). وتقوم عشائر الأسماك بزيادة وتنظيم ذاتها ، فمن تتبع عشائر الأسماك المنتشرة ثبت وجود علاقات محددة وأسس منظمة لتجديد العشيرة ذاتيا، فدللت الدراسات علي وجود علاقة ما بين وزن المبيض أو عدد البيض (خصوبة مطلقة Absolute Fecundity) بالنسبة لطول الجسم فى صورة منحنى بسيط أو لوغاريتمى يتحد ميله حسب حالة النضج الجنسى ، وهذه العلاقة توضحها المعادلة :

$$F = aL^{b}$$

حيث (F) الخصوبة ، (L) طول السمك ، (a, b) ثوابت.

ولا ترتبط الخصوبة ولا وزن المبيض بالعمر بشدة كارتباطها بالطول أو الوزن، إذ أن العلاقة بين الخصوبة ووزن الجسم محددة بعلاقة خط مستقيم Rectilinear Relationship وارتباط عال، وذلك لأن وزن المبيض والخصوبة يزيدان بقوة ترتبط بقياس أبعاد الجسم (كالطول) ، وإن كان فى بعض الحالات تكون النسبة بين الخصوبة المطلقة إلى وزن الجسم تميل إلى الانخفاض لحد ما بزيادة حجم (وعمر) الإناث مما يؤدى إلى انخفاض الخصوبة النسبية Relative Fecundity (وزن البيض / وحدة وزن الجسم) بتقدم وزن الجسم (أو العمر) . ورغم ذلك فإنه يبدو من المقبول الإقرار بوجة عام أن الخصوبة تميل إلى الزيادة بزيادة حجم الجسم.

ويحسب إنتاج البيض الكلى (E) لعشيرة ما بشكل أولى بافتراض أنه نسبة من الوزن الكلى للإناث البالغة وذلك من المعادلة :

$$E = S \times n p^{-w}$$

حيث (np^{-W}) الوزن السنوى للجزء الناضج جنسيا من العشيرة، (S) النسبة المئوية للإناث الناضجة ، (X) الخصوبة النسبية.

وزيادة العشيرة تكون نتيجة النمو بوجة عام فى عشيرة السمك، والذى يشير إلى الوزن الإجمالى للسمك الحى الناتج فى فترة زمنية معينة، والذى ينتج من تمثيل الغذاء ، وبالتالى فإن وزن الغذاء الممثل (B_a) خلال فترة معينة لو خصم منه الفقد فى إنتاج السمك نتيجة التنفس خلال نفس الفترة (B_r)

لاعطى مؤشراً للنمو أو الزيادة في الوزن أو في الإنتاج (P)

$$P = B_a - B_r$$

أو أن الإنتاج (p) محصلة طرح أوزان الفقد نتيجة التنفس (B_r) والروث (B_v) والبول(B_u) من وزن الغذاء المستهلك (B_c) خلال نفس الفترة :

$$P = Bc - [B_r + B_v + B_u]$$

والإنتاج السمكي يعرف بأنه تحويل إلى أنسجة جديدة في فترة زمنية في عشيرة نوع معين، ويشمل مجموع الاختلافات في النمو لجميع أفراد العشيرة الحية في أي وقت من الفترة. وتعرف الاختلافات النموية بأنها الزيادة الصافية أو النقص الصافي في كمية أنسجة أجسام أفراد العشيرة بغض النظر عن الأنسجة . وعليه فالإنتاج يكون نتيجة نمو أفراد السمك، والتغييرات النسيجية يعبر عنها بالتغير الوزني Gravimetric أو التغير في البروتين أو الدهن أو المحتوى الحراري.

إلا أن نمو المناسل نوع إنتاجي مختلف عن الأنسجة الأخرى لارتفاع محتواها الحراري، ولأنها تشكل أساس لعشيرة الأجيال التالية أكثر منها للسمك ذاته المنتج للنسيج التناسلي.

ولحساب الانتاج يتطلب الأمر معرفة أعداد وأوزان السمك أو معدل سرعة الزيادة في النمو ومتوسط الكتلة الحيوية Biomass في فترة ما. ويتأثر الإنتاج أو نمو الأفراد في عشيرة Population أو جماعة متجانسة العمر Cohort بمعدلات النفوق، وفقد الأفراد الأكبر خلال الهجرة ، وفصول وقف النمو، وفقد الوزن خلال إنتاج البيض والمني، وغير ذلك. والانتاجية الكلية عبارة عن محصلة الانتاجية الطبيعية (انتاج السمك من الغذاء الطبيعي) والانتاجية الراجعة للتسميد والانتاجية الراجعة للتغذية الصناعية .

وإنتاج السمك ليس نموا وديناميكية في العشيرة فقط بل هو كذلك يرتبط بعمليات الإنتاج الأخرى المعقدة لنظام البيئة المائية الذي تكون فيه الأسماك وأنشطتها جزءا منه . فهناك المنافسة والمفترسات والفرائس والهرم الغذائي Trophic Pyramid وغيرها مما يؤثر على ديناميكية أنظمة تاثير البيئة المائية Ecosystems Aquatic .

والمحصول السمكي عبارة عن الجزء من العشيرة الذي يحصل عليه الإنسان، ويعبر عنه بوحدات الوزن لكل وحدة زمن لكل وحدة مساحة . ويعبر عن الوزن بالوزن الرطب أو الكلي أو منزوع الكالسيوم أو الجاف خالي الرماد (مادة عضوية) أو بمحتوى النيتروجين أو القيمة الحرارية، والوزن الرطب لا يفضل استخدامه لتغيره. ومن المهم تقدير حجم العشيرة لفهم التغييرات الأساسة في عدد وتركيب العشيرة، ومنه يمكن تقدير المحصول السمكي كأساس للإدارة السليمة.

وقد يجرى تقدير المحصول السمكي بالعد المباشر للعشيرة إذا كانت مركزة ، ومتاح ذلك في بعض مراحل حياتها، إلا أن الأغلب تقديره بطرق غير مباشرة سواء منفردة أو متعددة ، والأفضل استخدام عدة طرق معا لتقليل خطأ التقدير.

وينقسم المحصول إلى محصول كلى Gross Production ومحصول صاف Net Production والمحصول الكلى يشمل الكتلة الكلية بما فيها الكتلة المستخدمة فى التمثيل الغذائى والتى فقدت بالنفوق، بينما الإنتاج الصافى هو الفرق بين الإنتاج الكلى والفقد الراجع للميتابوليزم والنفوق .

ومن طرق قياس المحصول (العشيرة) :

١ ـ الإحصاء المباشر Direct Enumeration :

وقد تتم بدراسة كثافة المنطقة بافتراض أن العشيرة لاتهاجر على الأقل فى أثناء فترة أخذ العينات . فتؤخذ عينات (مساحات) معلومة بصيد أسماكها بالسم أو الصدمة الكهربائية أو غيره ويقدر حجم السمك عددا أو وزنا لكل وحدة مساحة ثم تنسب لحجم الماء الكلى فى الجسم المائى فيعرف حجم العشيرة.

وفى الأسماك المهاجرة يمكن توجيهها خلال صناديق جمع للعد والفحص، سواء بعداد أو ملاحظ أو باستخدام أبرا ج للعد وملاحظين للعد بمساعدة خلفية مثل انعكاس القاع بالمعادن أو الأرضيات المطلية، وفى الأبرا ج يكفى العد ١٠ دقائق كل ساعة ومنها يحسب العدد فى فترة الهجرة الكلية . وقد تستبدل أبرا ج العد بأنابيب بلاستيك مجهزة من الداخل بأجهزة عد تحصى السمك أتوماتيكيا وتسجل العدادات هذا الإحصاء ، كما توجد كاميرات تليفزيونيه ذات دوائر مغلقة متصلة بعدادات رقمية ومزودة بشريط فيديو لتسجيل السمك المار فى أى وقت من السنة . هذا ويمكن إحصاء العشيرة بالتصوير الفوتوجرافى الهوائى.

والأحواض الصغيرة تصمم لسهولة الصرف مع عمل أجزاء للصيد وللإحصاء للعشيرة.

وقد يحصى البيض بماكينات خاصة تحت الماء، وبمعلومية عدد البيض للأنثى يعرف عدد الإناث ، وبمعلومية عدد الذكور اللازمة لتلقيح بيض كل أنثى يحسب عدد الذكور ، وبذلك يعرف حجم العشيرة من الذكور والإناث فلتقدير قطيع سمك بمعلومية البيض الموضوع تستخدم المعادلة :

$$N = \frac{ne}{n} S$$

حيث (N) عدد السمك فى فوج وضع البيض ، (ne) عدد البيض فى المنطقة تحت البحث ، (n) متوسط إنتاج (خصوبة) الإناث ، (S) النسبة الجنسية .

ويقدر عدد البيض (ne) من المعادلة :

$$ne = \frac{n`}{a} A$$

حيث (\`n) متوسط عدد البيض فى العينة، (a) مساحة منطقة العينة، (A) المساحة الكلية لمنطقة وضع البيض.

وقد ترتبط الطرق الإحصائية بالسمع، وذلك بإستخدام مصدر صوتى، ومنه يمكن تتبع أثر السمك، فيدل الصوت على وجود أو عدم وجود السمك ومنه يقدر حجم العشيرة بإعداد تسجيلات وجود السمك لكل

وحدة مساحة مستعرضة، وإن كانت هذه الطريقة لا تمكن من اكتشاف أسماك القاع العميق جداً.

كما تمكن إحصائيات اصيد Catch Statistics (Catch & Fishing) ونتائجها الأوليه من تحديد حجم العشيرة التى يتذبذب عددها ويعكس ذلك بيانات الصيد. وقد تستخدم معادلة كالتالية :

$$P = \frac{An}{a} K$$

حيث (P) العشيرة المقدرة، (A) المساحة الكلية، (n) عدد السمك فى العينة، (k) كفاءة الشبكة المستخدمة، (a) مساحة منطقة العينة. أو المعادلة :

$$\bar{N} = \frac{C_1^2}{C_1 - C_2}$$

حيث $(\bar{N})$ حجم العشيرة المقدر، (C_1) حجم الصيد الأول،(C_2) حجم الصيد الثانى. أو المعادلة :

$$P = \frac{Bc + Bm}{K}$$

حيث (p) حج العشيرة المقدرة، (B_C) الصيد السنوى، (Bm) الكائنات الحية (أسماك) المستبعدة بسبب النفوق الطبيعى، (k) مكافىء لنسبة الإنتاج. وهذه تتوقف على جهد الصيد Catch Effort ، سواء كان الجهد متغيراً أو ثابتا. ففى حالة الجهد المتغير يفترض أن الصيد لكل وحدة جهد Catch - per - unit effort $(\frac{c}{f})$ أو المعروفة بالأختصار (CPUE) تكافىء حجم العشيرة (N) مضروباً فى القابلية للصيد (q) فى شكل المعادلة :

$$\frac{c}{f} = qN$$

فإذا رسمت العلاقة بين الصيد لكل وحدة جهد مقابل الصيد الكلى لنشأت علاقة خطية لها ميل Slope مساوى للقابلية للصيد (q) الجزء المقطوع Intercept (qN) مساوى للعشيرة الأصلية مضروبا فى القابلية للصيد، ومنه يقدر حجم العشيرة بقسمة الجزء المحصور (من تحليل الارتداد) على الميل، أو بإيجاد نقطة تقاطع خط الارتداد مع الإحداثى السينى.

ويقدر الصيد / وحدة مجهود صيد للمركب بقسمة وزن أو عدد السمك على عدد ليالى الشبك التى صيدت علي المركب. وعدد ليالى الشبك عبارة عن عد الشبك المستخدم فى الصيد على المركب مضروباً فى عدد ليالى الصيد للمركب. ويؤخذ متوسط الصيد لكل وحدة جهد لمجموعة المراكب المستخدمة فى صيد منطقة الدراسة ، فيكون هو CPUE للمنطقة . وقد تستخدم معادلة المحصول :

$$C_{max} = XMB_o$$

حيث (C_{max}) أقصى محصول (كجم / هكتار / سنة) ، (X) ثابت يمثل الإنتاج السنوى الكلى الممكن الحصول عليه من المصايد، (M) معدل النفوق الطبيعى، (B_o) متوسط الكتلة الحيوية (كجم / هكتار) ، وقد اقترح عادة قيم (X) حوالى ٠,٥ .

٢ ـ الترقيم وإعادة الصيد Mark & Recapture :

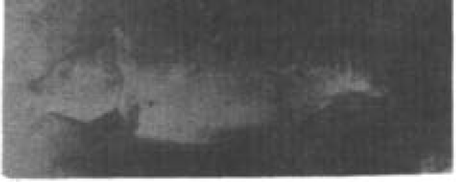
وهى من أبسط وأكثر الطرق استخداما وتعرف كذلك بنسبة بيترسن Petersen Ratio ، وفيها تجمع عينة سمك وتعلم وتترك ثانية فى الماء، وبعد فترة يعاد صيد عينة أخرى تحتوى أسماكاً معلمة وغير معلمة. وتعتمد الطريقة على افتراض عام هو أن نسبة السمك المعلم المعاد صيده إلى إجمالى الصيد الثانى كنسبة إجمالى السمك المعلم أولاً إلى إجمالى العشيرة، وكذلك على افتراضات أن السمك المعلم فى الفترة من إعادته للماء وحتى إعادة صيدة لم يعانى من أى زيادة في النفوق أو الهجرة عن السمك غير المعلم، وأنه لم تفقد علامات ، ولم تهمل أسماك معلمة معاد صيدها ، وأن السمك المعلم تم صيده بنفس معدل السمك غير المعلم (أى أن السمك المعلم موزع عشوائيا) ، وأنه لم يحدث إضافات للعشيرة. وقد يطلق على طريق بيترسن هذه الإحصاد الفردى Single Census وفيها يتم حساب حجم العشيرة من المعادلة :

$$\hat{N} = MC / R$$

حيث إن ($\hat{N}$) حجم العشيرة المقدرة، (M) عدد السمك المعلم أولاً، (C) حجم العينة المعاد صيدها (معلمة وغير معلمة)، (R) عدد السمك المعلم المعاد صيده . ويكون هذا الإحصاء لحجم العشيرة وقت الترقيم أى فى زمن العينة الأولى وليس لزمن إعادة الصيد.

وهناك نماذج أخرى لطريقة التعليم وإعادة الصيد يكون فيها الحصر مضاعفاً Multiple Census بأخذ عينات سمك مستمرة لفترة من الزمن وتعليم السمك الجديد (والسمك المرقم من قبل يعتبر معاد صيده) وإرجاع السمك كله ثانية للماء، ويفترض فى هذه النماذج عشوائية أخذ العينات أو عشوائية خلط السمك المعلم وغير المعلم، ومعرفة كل العلامات، وعدم التجديد فى العشيرة، وتختلف هذه النماذج للإحصاء المضاعف من حيث إذا ما كانت لا تأخذ فى الاعتبار نسبة النفوق أو إذا كانت نسبة النفوق معلومة أو غير معلومة ولكل نموذج منها بالتالى معادلة خاصة لحساب حجم العشيرة.

سمكة تراوت مرقمة بعلامة
معدنية فى الفك السفلى



سمكة مبروك عمر ٤ سنوات
مرقمة بقلم نترات فضة

وهناك من طرق المسح Survey Removal ما يمكن من حصر حجم عشيرة من نوعين أو عمرين أو جنسين مختلفين.

ويستخدم الترقيم فى تقدير حجم العشيرة ، كذلك فى دراسة الهجرة وتوزيع ونمو ونفوق الأسماك . وتستخدم فيه مرقمات Tagsمن الفينيل أو المعدن أو البلاستيك . وفيها يفترض أن نسبة النفوق فى السمك المعلم هى ذاتها فى غير المعلم، وأن الأسماك لا تفقد علاماتها ، وأنها تختلط بالأسماك الأخرى عشوائيا، وأنها يعاد صيدها جميعاً. والعلامات المستخدمة فى الترقيم والتعليم Marking & Tagging يشترط أن تكون رخيصة، سهلة التصنيع، توضع بآله حتي يمكن إنجاز ترقيم آلاف الأسماك، وألا تعيق حركة عوم السمك، وألا تجذب المفترسات ، وأن تكون سهلة التمييز بالنظر للباحث. ومنها الداخلى أو الخارجى ، فمنها المشبك (فى الزعنفة) ومنها كلوريد بولى فينيل (داخلى) لترقيم الجمبرى لا يزيد طولها عن ٥ مم ، ومنها أقراص بيترسن ١٦ مم (بوضع قرصين بينهما سلك)، وأعلام بلاستيكية ، وأرقام اسباكتى داخلية وغيرها .

٣ – دلائل الإنتاج Production Indices :

درست علاقة إنتاجية المياه بخصائص المياه المختلفة كالمساحة ، ومتوسط العمق، وأقصى عمق، وتطور الشواطىء، ومتوسط درجات الحرارة، وأعلى متوسط حرارى ، ومكونات المياه المختلفة (كمغذيات للطحالب التى تتغذى عليها الأسماك)، والجوامد الذائبة الكلية، والهوائم ، وحيوانات القاع، وصيد السمك، وذلك كدلائل للانتاج . وأبسط هذه النماذج دليل ريدر Ryder's Morphoedaphic Index (MEI) ومنه نحصل على محصول السمك (Y) بمعلومية الجوامد الذائبة الكلية (T) ومتوسط العمق (D`) من المعادلة :

$$Y = 2\sqrt{T/D`}$$

وهو دليل إنتاجى مفيد للتقدير السريع للمحصول، وإن كان كثيرة من هذه الدلائل لا يأخذ فى الاعتبار ديناميكية عشيرة السمك،إلا أنه يعطى مؤشرات عريضة تتطلب نموذجاً أخر أدق لحساب المحصول يأخذ فى اعتباره الكتلة الحيوية للعشيرة والنمو ومجهود الصيد والنفوق وقد يعبر عن هذا الدليل (MEI) كذلك بالمعادلة :

$$MEI = \frac{\text{Conductivity } (\mu \text{ mhos / cm})}{\text{mean depth } (\text{cm})}$$

أى نسبة التوصيل الكهربى (أو المواد الصلبة الذائبة) إلى متوسط العمق وذلك كمؤشر لانتاج السمك بالكيلو / هكتار / سنة. فقد اعتبر أن العمق عامل يحمل علاقة عكسية للكتلة البيولوجية والانتاج وغيره ، كما ترتبط الجوامد الذائبة الكلية بمستويات المغذيات، لذلك فإن هذا الدليل يجمع عديدا من العوامل المؤثرة على الانتاج العضوى ، فهو دليل يرتبط إيجابيا بانتاج السمك، كما يتأثر هذا الدليل بالجو والكتلة البيولوجية والانتاج.

العمـــر Age :

وهو عبارة عن الفترة الزمنية من الفقس أو الولادة وحتى الموت أو الصيد . ويختلف عمر الأسماك حسب نوعها ومناطق معيشتها ، فأسماك المناطق الدافئة سريعة النمو المستمر تكون أعمارها أقصر منه فى أسماك المناطق الباردة طويلة العمر . فهناك أسماك طول حياتها ٣ سنوات وأسماك أخرى عمرها ٥٠ سنة وأكثر كالحفش Sturgeon . فالأسماك التجارية كالقد والرنجة والبليس لها أعمار على الترتيب فى المتوسط ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ سنة ، ورنجة بحر الشمال تعيش ١٠ – ١٥ سنة ، وفى بحر النرويج ٢٠ – ٢٥ سنة (لأنها أكبر نوعا) . والسالمون فى المحيط الهادى يعيش ٢ – ٤ سنوات ، والبساريا ٣ – ٤ سنوات . فالتاريخ الطبيعى للسمك مهم لفهم حركة القطيع . ويعبر عن العمر عادة بالأيام لصغار الأسماك، بينما يعبر عنه بالسنوات للأفراد الأكبر عمرا . ويفيد تحديد العمر فى التنبؤ بطول الحياة، وتسجيل معدلات النمو، ومعرفة العمر عند النضج الجنسى، والعمر عند الهجرات الهامة، وفى معرفة الفترات الحرجة فى تاريخ حياة السمك . فأفضل تقيم للنمو أو التغيير فى حجم السمك يكون على أساسى معدل Rate Basis وليس كوزن مطلق، وعليه فالقياس الوقتى كالعمر يعتبر أساسياً فى دراسة النمو. فتحديد عمر السمك شيء أساسى فى قرارات إدارة المصايد والإجراءات اللازمة لتحقيق نتائج صالحة وحقيقية . فتحديد العمر فى السمك من أهم العوامل فى دراسة ديناميكية عشائر السمك فهو أساس لحسابات تؤدى إلى معرفة النمو والنفوق والأنتشار والعوامل الأساسية الأخرى للعشائر.

طرق تقدير العمر Methods of Determining Age

هناك طرق مباشرة تعتمد على الأسماك معلومة العمر ولو جزئيا ، وهذه الطرق المباشرة عادة لا تستخم مستقلة لكن تستخدم عادة لاختبار الطرق الأخرى غير المباشرة مثل توزيع تكرارات الأطوال Length Frequency Distributions والتدرج الشكلى Modal Progression المستخدمان فى تقدير العمر النسبى لصغار الأسماك . وهذه عادة تستخدم فى تأكيد طرق أخرى، خاصة تلك التى تعتمد على الأنسجة الكلسية فى تقدير العمر.

١ – **طرق مباشرة :** أدق تقدير للعمر فى الأسماك تحت ظروف التفريخ الصناعى والرعاية شبة الطبيعية فى الأحواض Ponds. ويمكن تقدير العمر بدقة بتخزين هذه الأسماك فى البيئة الطبيعية إذا اعيد صيدها والتعرف عليها، ولذلك قد يستخدم معها علامات مرقمة Numbered Tags لتعليم الأسماك (فى زعانفها أو غطاء خيشومها أو فكوكها) منفردة أو بالوشم أو بالصبغ لتتبع عمرها . وهى طريقة مكلفة ومتسهلكة للوقت ومحددة القيمة لاعتمادها على عدد قليل والذى يكون لحد ما غير طبيعى لظروفه الصناعية فى الإخصاب والفقس والرعاية لجزء من حياة الأسماك، وكذلك لصيدها المتكرر وتداولها بيد الإنسان وقد تجرح أو تشوه Mutilate خاصة عند الترقيم فيؤثر كل ذلك على نموها الطبيعى خاصة لو قصرت طول فترة الدراسة.

٢ - **تحليل تكرار الطول وتدرج الشكل** : تستخدم من نهاية القرن التاسع عشر، ولا تفيد في الأعمار الأكبر من ٢ ـ ٤ سنوات، ومن مساوىء هذه الطريقة أنه قد يتم الفقس في أوقات غير منتظمة فيؤدى ذلك إلى إنتاج مجاميع متباينة الحجم فتختلف أعمارها المقدرة بهذه الطريقة ، كما أن جزء من أسماك نفس العمر قد ينمو تحت ظروف مغايرة فيندرج تحت مجاميع حجمية مختلفة، رغم أنها من نفس العمر، لذا تتطلب هذه الطريقة عينات عشوائية كبيرة من العشيرة، وقد تكون هى الطريقة الوحيدة لتقدير عمر الأسماك عديمة القشور أو إن كان صعب تفسير القشور والأجزاء الصلبة الأخرى. ولدقة النتائج ينبغى سحب العينة على فترات قصيرة لتقليل تأثيرات النمو الموسمية، وأن تحتوي العينة على مدى واسع من الأحجام وعدد كاف من الأسماك الأصغر فى العشيرة، وكل شكل ينبغى أن يعكس التجديد السنوى، فيساعد التدرج الشكلى فى تأكيد العمر، إذ يفترض أن منحنيات أشكال توزيعات تكرار الطول لعينة سمك تظهر عمر المجاميع . وقد ابتكر العالم الدنماركى بيترسن Petersen ١٨٩١هذه الطريقة لأول مرة لذا فتسمى باسمه ، وهى تفضل استخدامها للأسماك الصغيرة التى تتكاثر مرة واحدة فى العام، وتعتمد على قياس أطوال نوع معين من السمك ورسم المنحني البيانى للتوزيع الطبيعى بين الطول والتكرار (عدد الأفراد) . ولحدوث تداخل Overlapping بين مجاميع الأعمار المتقاربة فإنه ينبغى توفير الاحتياطات المذكورة عالية مع تأكيد العمر باتباع طريقة أخرى للتقدير.

٣ - **تفسير الأنسجة المتكلسة** : إذ أن جميع الأجزاء الصلبة للهيكل العظمى أو الأنسجة شبة (الصلبة) العظمية أو المتكلسة Calcified تنمو بزيادة طبقات أو حلقات نمو مستمرة طوال فترة حياة الأسماك، وتفسير حلقات الأنسجة العظمية هذه تعرف باصطلاح Osseochronometry وهى طريقة قد ترجع لأكثر من ٢٣٠ سنة وهى أكثر الطرق استخداما لتقدير عمر الأسماك، ويستخدم فيها القشور وأحجار الآذان والأشواك والأشعة الزعنفية والفقرات وغطاء الخياشيم والأسنان وغيرها من التراكيب العظمية. وتعتمد هذه الطريقة على وصف مبسط نظرى لمظهر التراكيب كليا أو جزئيا (على بداية النسيج ويتدرج إلى الحواف) وذلك بعد إعدادها ومعاملتها لفحصها بطرق مختلفة بعد ذلك لتفسير مختلف العلامات Checks وفترات الراحة Breacks أو التغيرات فى المسافات بين الدوائر Circuli على القشور Scales أو المناطق المختلفة (فى تراكيب متكلسة أخرى) بصريا على أساس جلائها أو شفافيتها النسبية Relative Translucency. ويعتمد تفسير هذه العلامات أو المناطق الشفافة علي استمرارها أو مداها وموقعها وجودة النسيج المرتبط. وتحدد العلامات أو الحلقات العمر بالسنين .

وتعرف الحلقة Annulus بأنها تحديد لعلامة موضعية دقيق لتقييم النمو (علي أو فى التركيب المتكلس) مرتبطة بحافة حلقة مركزية فى شكل علامة على القشور أو منطقة شفافة فى تراكيب متكلسة أخرى يمكن كشفها في كل مناطق التركيب وتحدث سنويا وتسمح بتفسير نظام النمو فى النسيج المتكلس لتفسر فى شكل عمر. وعادة يعتبر كل حلقتين متعاقبتين تحددان سنة ميلادية من نمو النسيج المتكلس. وليس مفهوم بالضبط النظام الفسيولوجي الخاص المسبب لتكوين العلامات الشفافة والمناطق المعتمة (أى فترتى وقف النمو وزيادة النمو) ولا تعرف العوامل المسببة لتكوين هذه الحلقات إلا أنها تنشأ بفعل عدم انتظام النمو والميتابوليزم نتيجة التغيرت الموسمية فى الغذاء ودرجة الحرارة والتبويض ، إذ أنه فى الشتاء عندما يقل أو يقف النمو تعانى هذه الأنسجة من بعض إعادة الامتصاص Reabsorption من مكونات نهاياتها، وعندما يعاود السمك نموه في الربيع يحدث علامات واضحة تعرف بالحلقات والتى تستخدم فى تحديد العمر. وهناك حلقات كاذبة False Annuli تختلف عن الحلقات الحقيقية في أنها عادة غير مكتملة وغير منتظمة وتوجد فى جزء واحد فقط من التركيب وليست فى كل التراكيب المتشابهة، كما أنها تحمل خصائص نوعية غالبا تدلل على أنها لم تتكون فى أثناء نقص النمو السنوى الأساسى.

وتفحص القشور تحت الميكرسكوب وقد تكبر ظلالها على شاشة ، بينما الأجزاء العظمية والأسنان والأشواك يجرى نشرها بمنشار جواهرجى لعمل قطاعات رقيقة ثم تلمع القطاعات لفحصها ، والعظام الدقيقة يمكن جعلها شفافة بالمعاملة الكيماوية ثم فحصها مباشرة . ثم تصنف العلامات لتحديد العلامات الحقيقية ، علما بأن الحيوانات قد لاتكون علامات فى أول سنة من العمر كما قد تختفى العلامات فى العمر الكبير ويصعب تحديدها . وتضاهى النتائج للعمر بنتائج تقدير العمر بطريقة أخرى ، وعادة يكون التركيب الحلقى معروف لكل باحث فى مجموعة من الأنواع .

أ ـ القشور :

أشهر التراكيب الكلسية استخداما فى تقدير أعمار الأسماك العظمية . وتبدأ القشرة بالجزء المركزى الممثل لصفيحة القشرة، ثم تتكون حولها دوائر أو حلقات ترتبط بالمواسم (من حيث درجات الحرارة والتغذية) كما ترتبط بالعمر. وليس هناك بديل عن الخبرة فى قراءة القشور (رغم وجود قوائم بخواص القشور المستخدمة فى تحدد العمر) ، إذ لكل نوع من السمك قشور ذات مميزات خاصة بها لا تعرف إلا بالملاحظة . ومن أسباب شيوع إستخدام القشور فى تحديد العمر :

١ – هى أوفر فى الوقت والأجهزة وأسهل أداء لتقدير عمر الأسماك حتى فى المناطق الحارة.

٢ – سهولة الحصول عليها وبأعداد كبيرة دون الإضرار بالسمك.

٣ – تظهر حلقات العمر واضحة ومتناسبة مع حجم الجسم (طول الجسم يرتبط بالجذر التربيعى لمساحة القشرة).

٤ ـ سهولة حفظها وضغطها على الشرائح للفحص.

٥ ـ نفاذيتها للضوء وسهولة صبغها للفحص.

إلا أن استخدام القشور فى تحديد العمر يؤدى فى بعض أنواع السمك إلى تقديرات منخفضة جدا عن العمر الحقيقى، وسوء التقدير أشد فى أسماك المياه المالحة عنه فى أسماك المياه العذبة، لذلك يقدر العمر فى هذه الحالات باستخدام قطاعات من الأشعة الزعنفية لتحديد عمر الأسماك المعمرة، مع الاهتمام فى هذه القطاعات باختيار تركيب مناسب من الزعانف وأشعتها مع دقه زاوية وسمك التقطيع لدقة ظهور حلقاتها المحددة للعمر. وعموما فإن أول استخدم للقشور فى تحديد عمر الأسماك كان فى سمك المبروك عام ١٨٩٨ ثم اتجهت الدراسات للأسماك البحرية لمدة ٣٠ سنة التالية، لكن حدث الآن تطور فى هذا الأسلوب بعمل بصمات بلاستيكية Palstic Impressions وبرامج كومبيوتر تؤدى إلى حسابات لعمر في الأسماك (من خطوط ارتداد) فى أقل وقت ممكن ورغم استخدام القشور فى تحديد العمر والنمو فى الأسماك البحرية منذ ما يقرب من القرن من الزمان فإن استخدامها فى أسماك الماء العذب بدأ فقط منذ نصف قرن وعموماً يجب أن يتوفر فى القشور المدروسة :

١ ـ ثبات عددها طول حياة السمك، لذا تؤخذ من أكثر مناطق الجسم حماية.

٢ ـ زيادة حجمها مع نمو جسم السمك (فى تناسب)

٣ ـ أن يكون تكوين حلقاتها سنويا وفى نفس الوقت من كل عام تقريباً .

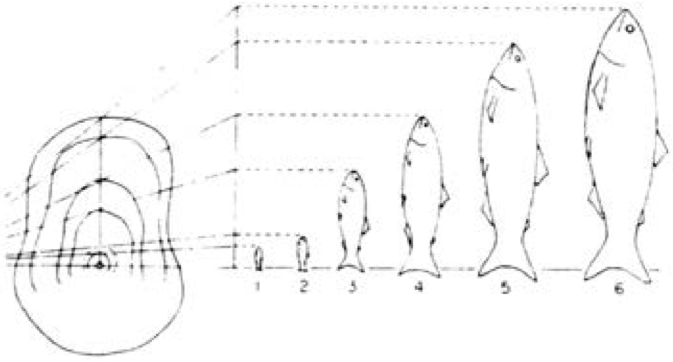
٤ ـ أن تكون قياسية فى تحديد العمر، لذا تحدد مناطق نزعها من على جسم السمك حسب كل نوع.

٥ ـ ثبات شكل القشور واحتواؤها على أقصى عدد من الحلقات ، بغض النظر عن حجمها الذى يرتبط بالنوع .

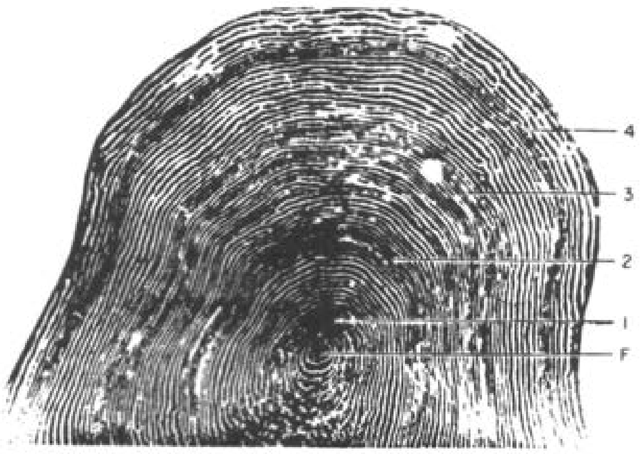
كما يلزم معرفة المعلومات البيئية الأساسية (كفترة التكاثر وموسم الأمطار ومستوى الماء ووفرة الغذاء وغيرها) وتاريخ حياة الأسماك لسهولة تفسير وتحليل عدم انتظام أشكال الحلقات على القشور. إذ قد ترجع علامات وقف النمو Growth Stop Marks فى قشور الأسماك إلى سلوك هجرة الأسماك المرتبطة بفترات عدم وفرة الغذاء أو لأوقات النضج الجنسى. ولدقة عد الحلقات فى فترة تجريبية محددة يمكن بدايتها بترقيم أو تعليم بيولوجى Biological Tagging أى بعلامات وقف النمو على القشور بفترة صيام قصيرة للأسماك فى بداية التجربة لتمييز الحلقات الجديدة التى تتكون خلال التجربة. ويجب تعريف القشور القياسية Standard Scales لكل نوع سمكى على حدة من حيث موقعها على جسم السمك وحجمها وشكلها. وفى معظم أنواع السمكم تظهر أول قشور بعد فترة ٢ ـ ٤ أسابيع من إخصاب البيض، وهناك نظام فى تكوين الحلقات Sclerites على القشور كل يوم أوكل يومين فى عديد من الأنواع ومن بينها البلطى.

وللفحص تجمع القشور القياسية وتحفظ جافة ونظيفة بين ورقتين لحين فحصها، وقد تنظف بالماء الدافىء مع استعمال فرشاة طرية لإزالة العالق بها من الأنسجة الأخرى، أو تنقع فى محلول مخفف من

الصودا الكاوية للتنظيف كذلك، وقد تعامل بنترات الكوبلت وكبريتات الأمونيوم. وقد تغسل بالأيثانول ٧٠ ٪ ثم توضع في kaisers glyceringelatine تحت غطاء زجاجي، أو تصبغ بإحدى الصبغات المتوفرة ثم تفحص ميكرسكوبيا (وقد تؤخذ طبعتها أو بصمتها بضغطها على شريط بلاستيك من خلات السليلوز وتفحص هذه الطبعة بدلا من القشور ذاتها)، وقد تثبت القشور، على شرائح زجاج بالجلسرين والبلسم والصمغ العربي للفحص.



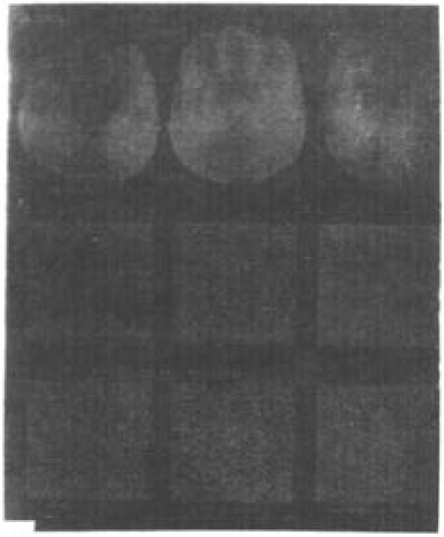
علاقة حجم (طول) الأسماك بنصف قطر قشورها



إحدى قشور أسماك السالمون توضح بؤرة (مركز) القشرة وحلقاتها السنوية

جهاز تكبير لعرض وقراءة وقياس قشور السمك

وطرز القشور Scale Patterns وتكويناتها Configurations خاصة بكل نوع سمكي لذا تستخدم في تمييز الأنواع .

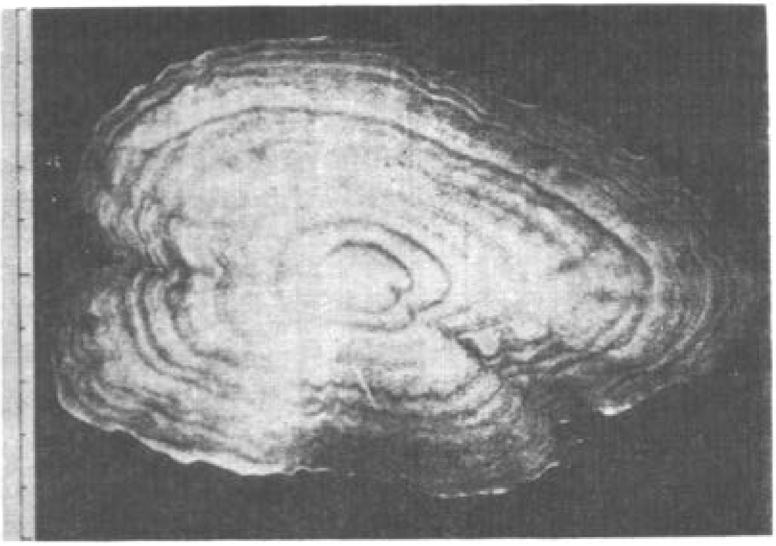


لأعلى وعلى اليسار قشور أسماك عضلية الرئة ، وفي الوسط لأسماك هجين عضلية الرئة مع الكراكي الشمالي ، وعلى اليمين لأسماك الكراكي الشمالي ، لبيان اختلاف الطرز للقشور .
وفي الوسط بؤرة نفس القشور . ولأسفل ترتيب تكوينات حلقات نفس القشور .

ب ـ حجر الأذن (Earstone (otolith :

هو تراكمات كلسية في التيه الغشائي للأذن الداخلية للفقاريات الدنيا أو في أعضاء السمع، وهذه الأحجار أو الحصيات أو صخور الأذن توجد في الأسماك العظمية وعددها ستة (٣ على كل جانب) ، والحجر المستخدم في تقدير العمر هو Sagitta or Sacculolith والذى يقع في كيس Sacculus الأذن الداخلية. ويستخدم لاختبار دقة تحليل القشور لتقدير العمر (والعكس أى تستخدم القشور لتأكيد تحليل أحجار الآذان).

ويستخدم الإشعاع الضوئي وانعكاسه لتحديد النموات العظمية وعلاقتها بالعمر وتميز الحلقات السنوية بأرقام رومانية تدل على العمر بالسنين. واستخدام حجر الأذان لا يفيد كثيرا في تحديد عمر الأسماك المعمرة بسبب اندماج الإضافات العظمية مع بعضها . وقد تستخدم كذلك حجم أو وزن هذه الأحجار في تحديد عمر بعض أنواع الأسماك، لكن الأغلب فيها تقدير العمر بعد الحلقات اليومية علي حجر الأذان خاصة في مراحل النمو الأولي الي تتكون خلالها بانتظام بدون ارتباط بطول السمك وقطر حجر الأذن ، إلا أنها طريقة تتطلب تجهيزات معقدة عن طريقة تحليل القشور، ولا يؤخذ عدد حلقات حجر الأذن فقط في الاعتبار في تحديد عمر الأسماك بل كذلك المسافة بين هذه الحلقات المتعاقبة Length Increment على نفس الحجر ومعظم الأسماك البحرية لها علامات واضحة على حجر الأذن، وهذه العلامات قد تكون سنوية في بعض الأنواع ولا سنوية في أنواع أخرى، والبعض الآخر ليس على حجر أذنه أى علامات واضحة ، وحجر الأذن للأسماك القطبية تختلف عنه في أسماك المناطق المعتدلة ، لذلك نصح باستخدام العلامات اليومية، على حجر الأذن في تحديد العمر. والمظهر العام لحجر الأذن شفاف Hyaline مع وجود مناطق رقيقة غير شفافة Opaque، ودراسة حجر الأذن بالميكرسكوب الألكتروني توضح تراكيبه المنشورية من مادة بللورية تجرى في أشعة من مركز الحجر إلى الخارج جهة الحافة، وكل منشور بللورى يتركب من ألياف بللورية تتركب هي الأخرى من بللورات صفراء مرتبة بطول محاور النمو. وتؤدى الاختلافات الإيقاعية في ترسيب البللورات الصغيرة والمواد العضوية المحيطة Matrix في دائرة يومية تؤدى إلى تكوين زيادات نمو يومية، وكل زيادة تتكون من وحدة مستمرة وأخرى غير مستمرة، ويؤدى حجم واستمرارية البلورات الصغيرة إلى تكوين هذه الوحدات معتمدة على معدل النمو. وقد توجد تناقضات بين تقدير العمر من حجر الأذن وبين العمر المقدر من القشور في بعض الأسماك ، بلغت هذه الاختلافات حوالى ٥١ ٪ إلا أنها انخفضت لنفس نوع السمك من موقع آخر إلى ٦٪ فقط، لذا قد ترجع هذه الاختلافات إلى تباين الغذاء بين الأجسام المائية المختلفة. وقد تستخدم نسبة العناصر (كنسبة الاسترانشيوم إلى الكالسيوم) المتحصل عليها بالميكرسكوب الألكتروني باشعة إكس لأحجار آذان سمك الثعبان لتقدير العمر.



حجر أذن لأحد أسماك القوابع Halibut عمر ١٢ سنة

جـ - تراكيب عظمية أخرى :

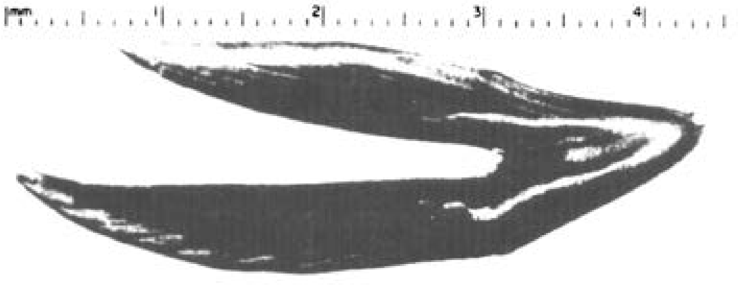
استخدم Mann,1976 عظام الغطاء الخيشومي Cpercular Bones لأسماك الكراكي pike في تحديد العمر والحساب الرجعي للنمو Back Calculated Growth . كما وجد& Mc Farlane Beamish , 1987 أن الحلقات المتكونة على الأشواك الظهريـة في سمك كلب البحر الشوكيSpiny Dogfish بعد تعليمها (صبغها) بالأوكسي تتراسيكلينoxytetracycline (الذي تحقن به الأسماك بمعدل ٥٠ مجم/كجم) تتماثل مع تلك الأسماك الحرة بدون تعليم وقد اعتبر أن تحديد العمر بهذه الطريقة مقبول لهذا الأسماك . وأوضحCailliet &Radtke,1987 أن أسماك القرش يمكن تسنينها باستخدام الشرائط الشفافة والمعتمة في مراكز فقراتها وذلك باستخدام التحليل بالميكرسكوب الالكتروني للكالسيوم والفوسفور فيها ، فقد كانت عدد المنحنيات في تركيزات الكالسيوم والفوسفور مساوية لعدد شرائط النمو المعتمة المقدرة من صورة أشعة إكس أو من القطاعات الفقارية . إلا أنه كما تندمج حلقات حجر الأذن وتتزاحم عند الحافة ، فإن العمود الفقري كذلك لا تنمو أجزاؤه المختلفة بنفس النسب . لذلك فإن بعض قطاعاته تكون مضللة في تقدير العمر .

وتستخدم أكبر عظام الحزام الكتفي cleithra في أسماك الكراكي في تقدير عمرها كذلك ، ووجد أن مناطقها المعتمة تتكون أسرع مما تتكون المناطق الشفافة . فهذه المناطق في الأنسجة الكلسية تعكس التغيرات في معدل النمو، فمقارنة هذه المفاصل متماثلة الحجم من عشيرتين نجد أنها للأسماك بطيئة النمو تنفذ ضوء أكثر لأنها بها مناطق شفافة أكثر وأعرض ، كما أن المناطق المعتمة كانت أقل سمكا . وتزيد الكثافة النوعية والرماد لهذه المفاصل بزيادة عمر السمك وبانخفاض معدل النمو. وكان المحتوى النيتروجيني

مرتبطا عكسيا مع الكثافة النوعية والرماد، فكان مرتفعا فى المفاصل الأصغر ويزيد بزيادة معدل النمو.

وثبت أن المناطق الشفافة تحتوى على كالسيوم ومحتوى غير عضوى كلي أعلى مما فى المناطق المعتمة ، كما أن الكالسيوم والمحتوى غير العضوى الكلى فى كلا المنطقتين (شفافة ومعتمة) يزيد بزيادة العمر وبانخفاض معدل النمو . ويتناسب محتوى الكالسيوم والمعادن الكلية عكسيا مع الكثافة الضوئية، فهناك مناطق ضوئية وكيماوية مرتبطة بالعمر. وتؤكد الأبحاث على أهمية ميتابوليزم البروتين فى التأثير على

صورة مكبرة لقطاع طولى فى حجر أذن (تدريز سهمى Sagitta) فى حنشان أمريكى طوله ٨٠ سم ووزن ١,٢١ كجم وعمره ١٦ سنة تظهر عليه المناطق كما لو كانت على سطح حجر أذن .



قطاع طولى فى ناب Canine tooth عجل بحر Seal ذكر عمره ٩ سنوات

نمو النسيج المتكلس ومناطقه الضوئية من خلال تخليق الأرضية Matrix البروتينة، وعليه فأى عامل يؤثر على معدل النمو التراكمى Appositional للأرضية البروتينية للنسيج المتكلس سيسجل فى شكل اختلافات تكلسية.

صلاحيات طرق تقدير العمر :

قد تكون إجراءات وتفسير طريقة معينة صالحة لأنواع سمكية معينة تحت ظروف خاصة، ولا ينبغى افتراض صلاحية نفس الطريقة لأنواع وظروف أخرى. كما أن تغييرات الظروف المؤثرة على معدل النمو تستوجب إعادة تأكيد صلاحية الطرق المختلفة للأنواع المختلفة، فعملية تحقيق صلاحية طريقة تقدير العمر يجب أن تكون عملية مستمرة، ويتم هذا التأكيد بمقارنة عدة طرق لتقدير العمر معا، وأيضا بفحص تراكيب أسماك معلومة العمر وتعيش فى بيئة طبيعية أو فى الأسر تحت ظروف شبة طبيعية.

وهناك أرتباط جيد بين العمر المقدر من التراكيب الكلسية والعمر الحقيقى للسمك الصغير العمر والسمك سريع النمو، ثم يظهر الفرق بين العمرين (المقدر والحقيقى) بزيادة العمر وخفض معدل النمو، إذ يصير العمر المقدر من القشور أقل من الحقيقى فى الأسماك الأكبر عمرا والأفراد الأبطأ نموا.

ولاختبار دقة طريقة التركيب المتكلس لتقدير العمر والنمو هى تعليم Labelling النسيج المتكلس وذلك بصيد السمك وترقيمة ثم حقنه بمرقم Marker مثل الفلورو كروم Fluorochrome أو التتراسيكلين ثم ترك السمك فى الماء ليصاد مرة أخرى بعد فترة معلومة لفحص الأنسجة الكلسية المعلمة بالمرقم لبيان ارتباط تركيبها بالمدة الزمنية المنقضية بين ترقيمها وإعادة صيدها، ويجب إجراء اختبار صحة تقدير العمر لكل مجموعة عمرية معروفة . ونظراً إلى أن السمك معلوم العمر ليس متوفرا دائما، لذلك تستخدم طرق غير مباشره لتأكيد العمر المقدر، مثل توزيعات تكرار طول السمك المرتبط بعمر السمك. ومن طرق تأكيد العمر المقدرة كذلك استخدام بعض الظروف البيئية والفسيولوجية المعروف عنها ارتباطها الدقيق بالعمر كما فى أول النضج الجنسى والتبويض عندما يحدث فى عمر معين.

تقدير عمر الأسماك الاستوائية :

يعد تقدير العمر والنمو أكثر صعوبة للأسماك من المناطق الاستوائية عنه لأسماك المناطق المعتدلة، فتوزيعات تكرار الطول تعتبر عادة أقل فائدة لكثير من الأسماك الاستوائية لطول فترات وضع بيضها ، ويزيد تأكيد ذلك خاصة فى الأسماك الأستوائية الصغيرة.

فقد وجد من أنواع البلطى في بحيرة فيكتوريا ما يحتوى على قشور غير منتظمة الاستدارة، علاوة على أن حلقاتها لا تتماثل مع حلقات القشور للأنواع من المناطق المعتدلة، وذلك التغيرات البيئية السنوية فى المناطق الاستوائية التى تؤدى أحياناً إلى ظهور حلقات نمو قد تظهر التغيير الحاد فى نوعية المياه من ماء شروب Brackish إلى ماء عذب Fresh فى موسم الأمطار.

كما أن بعض أسماك نيجيريا لا تظهر قشورها علامات لكن غطاء خيشومها يحتوى علامات تظهر بنظام سنوى بعضها مرتبط بموسم المطر (يونيه / يوليه) وقلة الغذاء والبعض الآخر مرتبط بانخفاض درجة الحرارة فى الشتاء (يناير) . ونفس هذه الملاحظات سجلت على ستة أنواع سمكية فى المكسيك.

ومع ذلك فلأسماك المناطق الاستوائية أنسجة متكلسة تحتوى على علامات ومناطق يمكن استخدامها فى تقدير العمر بدقة ، لكن المهم تحديد نوع النسيج هذا ومواقعة القياسية الدقيقة وخواصه الثابتة وذلك لكل نوع على حدة، سواء كانت قشورا أو أحجار آذان أو غطاء خيشومياً أو غيرها .

الجهاز العظمي أو الهيكلى Skeleton

فى الأسماك الغضروفية يتكون الهيكل من غضاريف ، ويكون الجمجمة (قرنيوم ومحافظ حس وأقواس حشوية) والعمود الفقرى (منطقتى الجذع والذيل) ذو الفقرات مقعرة الوجهين ثم الحزامان (صدرى وحوضي) والزعانف، وفقرات الجذع تحمل ضلوعا . بينما الأسماك العظمية لها هيكل كما فى الأسماك الغضروفية لكنه عظمى، فالجمجمة كثيرة العظام الكلسية أو الغشائية أوالمعوضة، فالجمجمة متطورة ومتخصصة وتحمل أسناناً فكية، والعمود الفقرى يحمل عادة ضلوعاً علي كل فقرة فى منطقة الجذع، كما يوجد حزام الحوض فى معظم الأسماك فيتصل مفصليا بالزعانف الحوضية، ومعظم الأسماك لها زعانف صدرية وحوضية.

النفوق Mortality :

معرفة معدل النفوق شيء أساسى لإدارة مصايد الأسماك، فمن المهم التحكم فى النفوق الذى يتسبب فيه الإنسان ، ولكل نفوق سبب ، فالنفوق الطبيعى فى السمك مرتبط كذلك بتناسل أنواع عديدة والتى توضح أنه بزيادة الحجم تكون المناسل نسبه أكبر من وزن الجسم، وفى الأسماك الاكبر عمرا وحجما يفقد جزء كبير من طاقتها فى عملية التناسل وتكون السبب الأهم فى النفوق ، أى تزيد نسبة النفوق الطبيعى بزيادة العمر. ويجمع مسببات النفوق الطبيعى معا فيفترض ثبات نسبة النفوق الطبيعى سنوياً. وعادة يفرض أن النفوق يرجع للصيد بجانب النفوق الطبيعى.

وغالباً يقل عدد السمك فى أى عشيرة معينة بمعدل يتناسب مع عدد الأسماك الحية فى أى لحظة معينة، فمعدل التغيير لعدد من الأسماك (dN) فى زمن ما (dt) يتناسب (Z) مع العدد الموجود (N) فى هذا الزمن، ويعبر عن ذلك بالمعادلة :

$$dN / dt = -ZN$$

والإشارة السالبة تشير إلى نقص العدد، أى أن عدد السمك الحى (Nt) بعد زمن (t) مساوى لعدد الأسماك فى زمن يساوى صفرا (No) مضروبا فى اللوغاريتم الطبيعى (e) مرفوعا للأسس السالب للنفوق الكلى (Z_t) بعد هذا الزمن والذى يستمد من نسبه الحيوية Survival Rate (S) (وهى نسبة عدد السمك

الحي في نهاية فترة ما، مقسوما على عدد الأسماك في بداية الفترة) مع جعل الإشارة بالسالب فتكون المعادلة :

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

وتكون قوة النفوق الكلى (Z) مساوية لنفوق الصيد (F) والنفوق الطبيعى (M)

$$Z = F + M$$

أى أن عدد الأسماك الحية :

$$N_t = N_0 \; e^{-Ft} \; e^{-Mt}$$

ويلاحظ أن الحيوية تساوى احتمال الحياة لفترة زمنية معينة، أى تساوى احتمال مالم يصاد من الأسماك مضروبا في احتمال ما لم ينفق طبيعيا. فالنفوق مكمل للحيوية فإذا كان النفوق (A) فإن :

$$A = 1 - S$$

حيث إن :

$$S = e^{-zt}$$

وتقديرات الحيوية والنفوق المتوقع من الصيد تشكل اساساً لعديد من برامج الرعاية. والتى يفترض فيها ثبات النفوق الطبيعي، وقد تكون الحيوية والصيد ثابتة القيم، أو ربما تتغير الحيوية وتشير إلى عدم ثبات الصيد على مدار العام.

وقد تصير عملية تقدير الحيوية شيىء معقد عند اختلاف الحيوية باختلاف السنين ، فاختلاف درجات نجاح الصيد بين السنين يؤدى إلى اختلاف نسبة نفوق الصيد ومن ثم إلى اختلاف معدل الحيوية.

وقد تستخدم قوة نفوق الصيد فى حساب المحصول السمكى. والنفوق الطبيعى يقدر بطرق حسابية من ديناميكية عشائر الأسماك ومن بينها :

١ ـ طرق تحليل الصيد Catch - Analysis Methods : وتعتمد على قياس النقص فى وفرة (نسبيا أو مطلقا) مجاميع الأسماك فى أثناء فترتين (أو أكثر) متعاقبتين. وتميز المجاميع من حيث الحجم (طول أو وزن) والعمر والجنس والموقع وموعد الصيد أو بعض العلامات المميزة، وأكثر طرق التمييز للمجاميع على أساس العمر وقد يعتمد هذا الإحصاء على عينات بسيطة غير معلمة ، أو على الترقيم وإعادة الصيد.

٢ ـ طرق تاريخ الحياة Life - History Methods وتتوقف على الملاحظات، إذ يرتبط النفوق الطبيعي بشدة بمقايس تاريخ الحياة كمعدل النمو، والعمر عند النضج الجنسي، والفقد بالتناسل، وأقصى عمر، وأقصي وزن جسم، وأقصى طول جسم، وعلاقة الطول بالعمر عند النضج

الجنسي. وتوجد معادلات تحليلية تعتمد على العلاقات النظرية بين هذه المقاييس ، كذلك يمكن استنتاج معادلات وضعية للنفوق الطبيعي مع واحد وأكثر من هذه المقاييس.

٣ ـ طرق الافتراس Predation Methods : وقد يحلل فيها أفراد فقس واحد لنوع منفرد من السمك، أو يمتد التحليل ليشمل عدة أنواع تتضمن المفترسات الأساسية وتحليل أفراد الفقس الواحد لنوع منفرد Single Species Cohort Analysis يستخدم لتقدير وفرة العشيرة Population Abundance والقيم السنوية لمعدل نفوق الصيد لمجموعات منفردة من السمك (مجاميع سنوية) . وسواء فى تحليل نوع أو عدة أنواع فإن هذه الطرق تؤدى إلى إعطاء تقييم للنفوق الطبيعى كمجموع معدلات النفوق الغير راجعة للصيد، علاوة على أنها توضح فريسة كل نوع من المفترسات الأساسية والتى بقياس أحجام الفريسة والمفترسات المختلفة يمكن تقدير مكون الافتراس فى النفوق الطبيعى.

وأول هذه الطرق (تحليل الصيد) هى الطريقة الوحيدة المستخدمة عمليا بكثرة وذلك بتطبيق المعادلة :

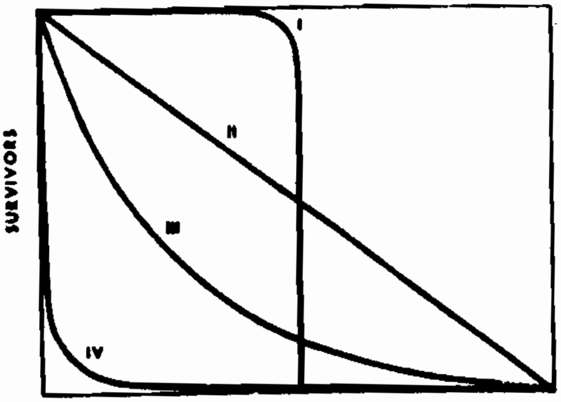
$$Ni = N_{i+1} + Ci ((Fi + M) / Fi$$

حيث (Ni) حجم القطيع ، (Fi) نفوق الصيد ، (Ci) الصيد ورغم افتراض ثبات النفوق الطبيعى فى أى عشيرة لكل الأعمار، فإن النفوق الطبيعى يتباين باختلاف العمر والكثافة والأمراض والطفيليات ووفرة الغذاء والمفترسات ودرجة حرارة الماء وضغط الصيد والجنس والحجم. وعموماً ترتفع نسبة النفوق الطبيعى خلال مرحلتى البيض واليرقات (٢ : ١٠ ٪/يوم فى اسماك موسى وعائلة الرنجة مثلاً) وتقل فى فترة الزريعة وتثبت نسبياً خلال الأعمار الناضجة ثم تزيد ثانية بالشيخوخة أو الكبر Senescence . وطريقة

معدل النفوق الطبيعى لبعض الأسماك

نوع السمك	الجسم المائى	الجنس	العمر بالسنين	النفوق
القد (بكلاة)	بحر الشمال	-	٠,٥ - ١	٠,٦ - ١,٥
موسى	بحر الشمال	إناث	٥ - ١٣	٠,٠٨
		ذكور	٥ - ١٣	٠,١٤
السمك الأبيض	بحيرة أوبيونجو	-	٦ - ١٣	٠,٥٣
	بحيرة نولتين	-	١٣ - ١٥	٠,٨٣
	بحيرةمكروناالد	-	٩ - ١٠	١,٦٦
فرخ الصخر	بحيرة نبيش	ذكور	١٠ - ١٢	١,٥ - ٢,١
		إناث	١٠ - ١٤	١,١ - ١,٦
		ذكور وإناث	١٠ - ١٤	١,١ - ٢,١

تحليل بيانات الصيد تواجهها كذلك مشاكل اهمها مشاكل اخذ العينات والهجرة ونفوق الصيد ونفوق ترقيم السمك مما قد يضلل النتائج .



منحى حيوية السمك ممثل فى اربعة طرز فرضية، المنحنى الأول نمط فسيولوجى فيه تقريباً كل النفوق يحدث فى عمر معين (كما فى المجاميع المعملية)، والمنحنى الثانى يصف تأثير نسبة نفوق سنوية ثابتة من العدد الأصلى، والمنحنى الثالث ينتج من جزء ثابت من العشيرة المتماثلة (المتبقية فى بداية كل مرحلة عمرية) والنافقة فى كل مرحلة عمرية متلاحقة، والمنحنى الرابع نتيجة نفوق مبكر شديد يعقبه انخفاض شديد فى النفوق بعد ذلك.

الفصل الثالث
الجهاز الهضمى والتغذية

القناة الهضمية فى معظم الأسماك بعد فقسها أو مولدها تكون عبارة عن أنبوبة بسيطة ، وبعد امتصاص المح وبداية التغذية تنقسم بسرعة هذه الأنبوبة حتى تتكون القناة الهضمية (التى تظل مدى الحياة) فى خلال أسابيع قليلة ، وهى الجهاز المتعامل مع الأغذية .

الجهاز الهضمى Digestive System

تتباين بشده القناة الهضمية (الغذائية) Alimentary (Digestive) Canal (Tract) فى الأسماك من الناحية المورفولوچية (شكلها الخارجى) والتشريحية والفسيولوچية (وظائف أعضائها) عما هى عليه فى الحيوانات الثديية ، كما وأنها تتباين من هذه النواحى بين أنواع السمك المختلفة كذلك .

التشريح Anatomy :

من المستحيل تعميم أى تفاصيل نظرا للتباين الشديد بين الأسماك والذى سيتضح من العرض التالى.

١ - **الفم Mouth** أو المعى الرأسى Head Gut (Head Intestine) : ليس فقط أول جزء من الجهاز الهضمى ، بل أيضا مكان للتنفس ، حيث يدخل الماء المذاب فيه الأكسچين خلال الفم ويخرج من فراغ الفم عن طريق الخياشيم ، وتحمل أقواس الخياشيم أمشاطا خيشومية متجهة إلى فراغ الفم مما يمنع دخول الطعام إلى الخياشيم ، وقد تكون هذه الأمشاط متفرعة ودقيقة فى الأسماك آكلة البلانكتون لتصفيته من الماء ، وقد تكون الأمشاط هذه عاملا مساعدا فى تكسير الأغذية الأخشن ، إذ تقوم هذه الأمشاط (أشواك) الخيشومية بعد تصفية الهوائم النباتية وحجزها تقوم بدفعها إلى المعدة أو بتمزيق الهوائم الحيوانية . وفى الأسماك عديمة الفكوك خياشيم جرابية تتكون داخل الأقواس الخيشومية تخلق تيار ماء لايعتمد على الفم حتى يسهل التنفس والسمك ملتصق بفمه على العائل . ويختلف حجم الفم كثيرا طبقا للعادات الغذائية ففتحته صغيرة فى آكلات القشريات الدقيقه كالسمك الأبيض ، بينما فى المفترسات كالكراكى فلها فتحة عريضة ، كما أن آكلات البلانكتون التى تتطلب ابتلاع كميات كبيرة من الماء فلها فم واسع ، وأسماك مثل الحفش جاروفى الأنف Shovel-nose Sturgeon لها فتحة فم أوسع من أعرض قطاع فى جسمها . وتحاط فتحة الفم عادة بشفاة سميكة غير عضلية فهى غير متحركة . وتختلف مواقع فتح الفم حسب طبيعة التغذية . ولسان السمك قد يغيب وقد يكون صغير غير متطور وعادة غير متحرك . ولايوجد فاصل بين الفم والبلعوم Pharynx ولعدم تميزهما عن بعض يطلق عليهما معا الأمعاء الرأسية (التى تشمل أول جزء من المرىء كذلك) أو التجويف الفمى البلعومى أو المعى الأمامى Foregut والتى قد

تحمل أسناناً Teeth متباينة جدا ، إذ أن بعض الأسماك يعوزها الأسنان ، والبعض الآخر يمتلك عددا كبيرا منها . والأسنان فى الأسماك تتشابه فى طريقة بنائها مع أسنان الفقاريات الأرقى إلا أنها تختلف فى تركيبها الكيماوى وشكلها الدقيق ، والأسماك ينقصها تماثل البناء السنى ، وطبقة المينا Enamil ليست منشورية لكنها ليفية (لاتشبه سينا أسنان الثدييات) غنية بالمادة العضوية .

فالأسماك آكلة القشريات والرخويات لها أسنان قصيرة كثيفة ، وآكلات الهوائم الحيوانية أسنانها أقل تطورا ، وأسماك الشعب Reef Fishes كأسماك الفراشة Butterfly Fishes لها فم دقيق ذو أسنان دقيقة قاطعة بارزة لقضم المرجان ، بينما أسماك الببغاء Parrot فلها منقار بارز قوى بأسنان مغزلية تمكن من تناول المرجان بكسر رؤوس المرجان بقوة . فيتوقف شكل الأسنان على العادات الغذائية ، فالمفترسات لها أسنان نابية Canine تمكنها من القبض على الفريسة فهى متجهة للخلف ، بينما أسماك القنفذ وغيرها مما يكسر المرجان والمحار فلها ٢ - ٤ أسنان كبيرة كما لها طواحين غير حاده . وتقوم الأسنان البلعومية (سقفية وقاعية) بفرم الغذاء .

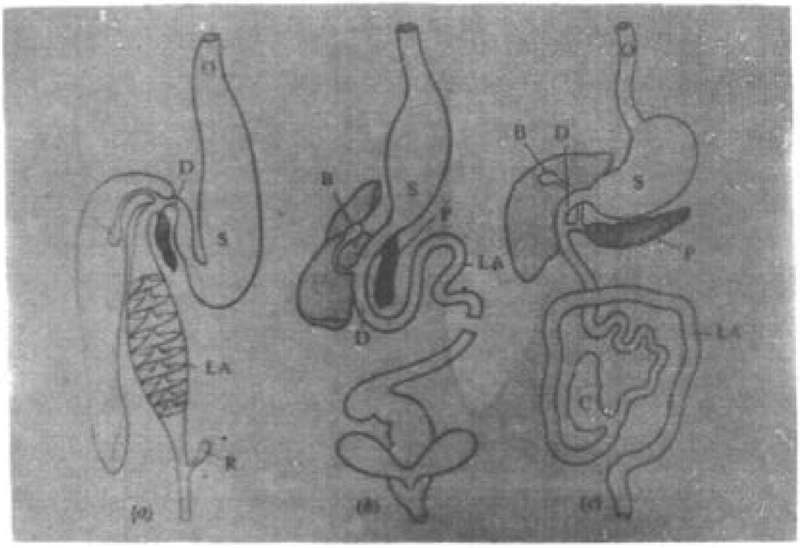
وقد تتواجد الأسنان على مختلف الأجزاء العظمية فى الفم خاصة الفكين ، وقد تحمل الأقواس الخيشومية كذلك أسنانا حقيقية بل وقد يحمل اللسان والحلق Throat أيضا أسنانا . وتستبدل الأسنان التالفة على مدار العمر . والأسماك عديمة الأسنان الحقيقية لها أسنان كاذبة تتكون من الكيراتين (قرنية) . ويلتقط الغذاء وأحيانا يبلع كاملا كأجزاء متكاملة كما فى الكراكى ، أو تمسك الفريسة بالأسنان ويلتف الجسم كاملا لتفتيتها كما فى القروش .

والأسماك آكلة العشب أسنانها عبارة عن كباشات خيشومية تغربل النباتات الميكرسكوبية من الماء ، بينما الأسماك آكلة اللحوم أسنانها متطورة تمسك وتمزق كما أن لها كباشات خيشومية متطورة لمسك وإعادة وبشروجرش غذائها . فالأسنان تستخدم فى مسك الغذاء وطحنه أو تقطيعه أو مضغه أو ابتلاعه ، وذلك حسب التحورات فى شكل وترتيب وأماكن وجود الأسنان لتوائم نوع التغذية ، ويتغير نظام التسنين Dentation بتطور العمر والعادات الغذائية . وليس للأسماك غدد لعابية فى شكل عضوى إلا أن طلائية الفم وتجاويف الخياشيم لها عدد كبير من الخلايا الغدية المفردة المنتجة للمخاط (خلايا جوبلت Goblet Cells) لتطرية الطعام ويسهل بلعه .

٢ - **المرىء Esophagus (Oesophagus) or Gullet** : له فتحة قوية فى أسماك المياه العذبة عنه فى أسماك المياه المالحة لأن الأخيرة تبتلع الغذاء ومعه ماء البحر فى حين أن أسماك المياه العذبة تتخلص من الماء الزائد لحفظ أسموزيتها . ويصعب تحديد نهايته وفى حالة عدم وجود معدة يفتح المرىء مباشرة فى المعى الأوسط Midgut أى فى الأمعاء . ويحتوى المرىء على غدد أو خلايا مخاطية وقد توجد أحياناً غدد معدية Gastric على الجزء الخلفى من المرىء خاصة ، إلا أن الحويصلات الليمفاوية لاتوجد بشكل دائم فى مرىء الأسماك بينما قد توجد براعم تذوق Taste Buds . وفى الأسماك المفترسة يمتد المرىء لدرجة كبيرة مما يمكنها من ابتلاع فريسة يصل طولها أكثر من نصف طول السمك

ذاته ، وذلك لوجود نظام خاص من الجيوب أو الثنايا ذات ألياف سائبة تسمح للثنايا بأن تتحرك فى أثناء البلع . وفى الأسماك ذات المثانة الهوائية قد يكون لبعضها ممر هوائى Physostomi بين المثانة الهوائية والمعى الأمامى والذى قد يفتح ظهريا فى المرىء عادة ، إلا أنه يفتح فى المعدة فى كل من أسماك الحفش والرنجة ، وإن كان للرنجة قناة ثانية لمثانة العوم تفتح فى الشرج Anus وتحدث صوتا عند طردها للهواء خلال هذه الفتحة . وقد تقوم جيوب المرىء بتخزين الغذاء وتقطيعه وطحنة بأسنانها ، ويبدأ فيها الهضم لوجود الغدد المعدية .

٣ - **المعدة** **Stomach** : قد تغيب فى عدد من الأسماك التى يكون بها جزء من الأمعاء منخفض PH لاحتوائه خلايا غدية . ويتباين شكل المعدة كثيرا ، فقد تكون بسيطة جدا كما فى الكراكى فهى أنبوبة غير محددة الأطراف ولاتميز إلا بدراسة نسيجها وقياس PH . وفى معظم الأسماك تأخذ المعدة شكلا من الحروف اللاتينية مثل (V) أو (U) بفرع هابط وآخر صاعد (أى فؤادى Cardiaca وبوابى Pylorica على الترتيب) . ، وقد يكون قطرها مساويا لقطر الأمعاء كما فى التراوات ، أو أن تكون أسمك من الأمعاء كما فى السمك الأبيض . وقد تأخذ المعدة شكل حرف (Y) أى ذات كيس أعورى Blind Sac ، وقد يكون الفرع الأعورى رقيقا جدا ويشبه المخروط كما فى الحنشان أو يأخذ شكل جيب عريض يأخذ شكل محتوياته فلا يتعرف عليه بسهولة إن كان فارغا ، بينما يصل إلى حجم كبير عند امتلائه كما فى سمك الفرخ Perch . وفى قراميط القنوات تأخذ المعدة شكل حرف (J) بمنطقتين إحداهما بشكل كيس كبير تحتوى غددا معدية والأخرى بوابية صغيرة غير غدية . ولاتحتوى المعدة على غدد فؤادية ، وتتشابه الغدد المعدية للأسماك مع مثيلتها للثدييات من حيث كونها أنابيب منغمسة فى النسيج الضام تحت المخاطى، إلا أنها ليست كما فى الثدييات والطيور من حيث انتشارها إذ تتجمع فى كتل غدية ، وإن شذت بعض الحالات عن تلك القاعد . وتقوم الخلايا الغدية بإفراز حمض الهيدروكلوريك والإنزيمات الهاضمة والمخاط ، بينما فى الثدييات تقوم خلايا بإفراز الحمض وأخرى بإفراز الإنزيمات . وفى بعض الأسماك كالبورى والحفش وسمك اللبن والرنجة توجد معدة عضلية قوية ذات خملات صغيرة وعديمة الخلايا الغدية ، ويتحد النسيج الضام تحت المخاطى مع النسيج تحت المخاطى مكونا أليافا كولاجينية كثيفة ، وعلى ذلك فهذه المعدة ليس لها وظيفة كيماوية بل ميكانيكية بتفتيتها للغذاء ، فهى فى الحقيقة قانصة Gizzard ، وإن كانت معظم هذه الأسماك معدتها مجزأة (فؤادية ، بوابية) أى تختصر عملياتها الكيماوية فى الجزء البوابى فقط ، لأن الجزء الفؤادى من المعدة قانصة . وتختلف سعة المعدة بالنسبة لوزن الجسم باختلاف الأنواع ، فهناك أنواع سمكية حجم معدتها ٨ مل / ١٠٠ جم وزن حى ويمكنها أن تبتلع حتى ١٠ ٪ من وزن جسمها فى الوجبة ، وهناك أنواع عديمة المعدة يمكنها استهلاك حتى ٢١٪ من وزن جسمها فى الوجبة ، بينما أسماك القديات Sculpins ربما تبتلع ٣٠ - ٥٠ ٪ من وزن جسمها فى وجبة واحدة .

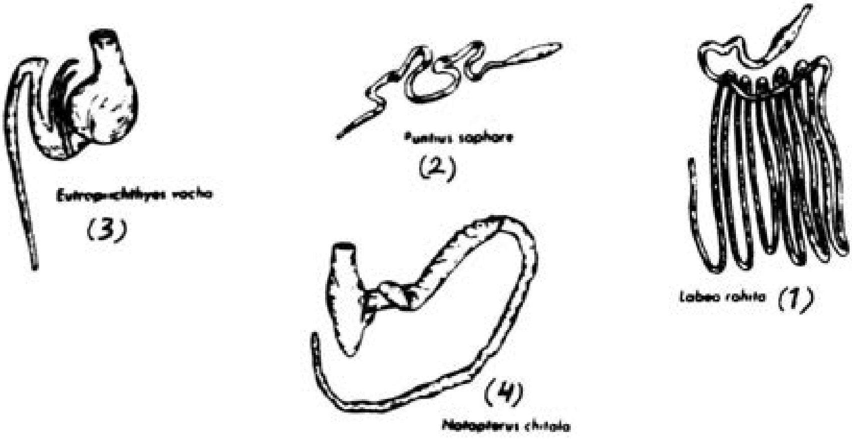


مقارنة القناة الهضمية فى :

a) سمك الكلب b) الضفدعة c) الثدييات o) المرىء s) المعدة

D) الأثنى عشر p) البنكرياس B) المرارة L) الكبد

R) غدة المستقيم C) الأعور LA) الأمعاء الغليظة



مقارنة القناة الهضمية لأربعة أنواع من أسماك المياه العذبة الهندية شديدة الاختلاف الظاهرى حسب نوع غذاء السمك .

(١) من آكلات العشب تأكل الطحالب والنباتات الغضة . (٢) من آكلات كل شيء لكنها تفضل النباتات .

(٣) من آكلات كل شيء لكنها تفضل اللافقاريات الكبيرة . (٤) من آكلات اللحوم وتفضل القشريات الكبيرة والحشرات والأسماك.

٤ – المعى الجزعى Trunk Gut : قد يصعب فى كثير من الأحيان بل قد يستحيل التمييز بين الأمعاء الدقيق (المعى المتوسط Midgut) والأمعاء الغليظة (المعى الخلفى Hindgut) فى الأسماك ، لذا يطلق عليهما معا المعى الجذعى عادة ، وإن كان يمكن تمييزها فى القراميط تشريحيا ، كما يوجد صمام حلزونى بينهما فى التراوت بينما فى سمك القد وأشباهه يوجد صمام بين الأمعاء الدقيقة والأعور . ويختلف شكل الأمعاء Intestine بين الأسماك ، وتحتوى الأنسجة الضامة للمخاطية بالأمعاء على خلايا ليمفاوية وصبغية ، وتوجد طبقه سميكة من الألياف الكولاجينية كنسيج متماسك فى طبقة تحت المخاطية لجدر الأمعاء فى كثير من الأسماك لكن تغيب فى المفترسات ليزيد ذلك من مقدرة أمعائها على الامتداد بمعدل حتى ٢٠٠ ٪ ، لذا يوجد نظام للثنايا على جدر أمعاء هذه الأسماك . والأمعاء الطويلة تعمل على حفظ كمية غذاء كبيرة لمدة طويلة مما يمكن من الأستفادة الكاملة من المواد صعبة الهضم ، بينما الأمعاء القصيرة تكون أكثر تخصصا ، فطول الأمعاء نوع من التخصص والتأقلم على البيئة الغذائية (وحتى فى الاسماك أكلة اللحوم يتوقف طول الأمعاء على حجم الفريسة) إذ يتوقف طول الأمعاء على نوع التغذية ، فالسمك آكل العشب له أمعاء ملتفة أطول من طول الجسم بعدة مرات ، بينما الأسماك آكلة اللحوم تكون أمعاؤها مستقيمة وقصيرة ، بينما الأسماك مختلطة التغذية (آكلة كل شىء) فيكون طول أمعائها متوسطا بين طول أمعاء آكلة العشب وآكلة اللحوم ، وعموما طول الأمعاء يتراوح مابين ٠,٢ – ٢٠ ضعف طول الجسم ، وهو يزيد بالنمو ويقل بالصيام . وليست العبرة بالطول لكن بمسطح الامتصاص لذا للمقارنة يستخدم اصطلاح معامل المخاطية Mucosal Coefficient لوصف مساحة مسطح الأمعاء النسبيه (طول الأمعاء وثنايا المخاطية) . وتقل سطوح الامتصاص الطلائية بحملاتها Microvilli فى اتجاه الشرج فى كثير من الأنواع ، وقد يكون سطح الامتصاص فى شكل ثنايا حلزونيه أو زجزاجية . وتنتهى الأمعاء بالمستقيم Rectum الذى قد يفصل بينه وبين الأمعاء صمام ، ومخاطية المستقيم غنية بخلايا جوبلت والخملات للامتصاص .

٥ – الزوائد البوابية Pyloric Caeca أو المعى الأعور (والردوب الأعورية) : يوجد عند منطقة ارتباط المعدة بالأمعاء الرئيسية فى كثير من الأسماك ، إلا أنه يغيب فى الأسماك عديمة المعدة . ويختلف عدد وحجم هذه الزوائد الأعورية باختلاف الأنواع والأفراد ، فأسماك النازلى Hake لها أعور واحد وأسماك الفرخ الأصفر له ثلاثة أعاور ، وفى السالمون وأسماك قواقع البحر Seasnails مايقرب من مائتى أعور أو أكثر ، وأسماك الفحم Coal Fish والبكلا الأسود Black Cod لها أكثر من ٩٠٠ أعور وأحيانا حتى أكثر من ١٠٠٠ أعور ، إلا أنها تتصل بعدد قليل من الفتحات ، فأسماك الفحم ذات التسعمائة زائدة تتصل بالأمعاء بواسطة ٦ – ٧ فتحات فقط . وقد تكون هذه الزوائد فى شكل جيوب أو أنابيب طولها عدة سنتيمترات . ونظرا لوجود خلايا غدية بنكرياسية نسيجها الضام الخارجى بين الأعاور فيعتقد أن لها أهمية خاصة فى امتصاص الدهن والشموع ، كما تأوى أعدادا كبيرة من الطفيليات ، لذا فإن . وظيفة هذه الزوائد فى أنشطة الإنزيمات الهاضمه والامتصاص ، وتركيبها يشبه باقى الأمعاء الرئيسية . ونادرا ماتوجد

الأعاور بين المعى الأوسط والمستقيم (كما فى سمك موسى ولسان البحر) ، وإذا وجدت كذلك فإنها لاتوجد فى كل أفراد النوع . وبعد موت السمك تؤدى إنزيمات هضم البروتين فى الأعور إلى تحلل ذاتى بسيط يؤدى إلى مذاق خاص للسمك (كالرنجة) وعليه فعند تصنيع السمك لاتزال الأعاور .

٦ – الكبد Liver : نسيجه هش وطرى فى الأسماك عنه فى باقى الفقاريات ، وتقسيمه إلى فصوص مختلف باختلاف الأنواع والأفراد ، فعادة يتكون من فصين ويكون الفص الأيسر كبيرا جدا عن الأيمن ويعرف بالكبد البنكرياسية . فى أسماك المبروك تميز أربعة فصوص وفى الماكريل ثلاثة فصوص بينما فى أسماك السالمون والثعبان والكراكى يتكون الكبد من فص واحد . وفى أسماك الجريث يتكون الكبد من جزئين منفصلين بقناتين تؤديان إلى كيس الصفراء Gall Bladder . ولايختلف نسيج كبد الأسماك عنه فى الحيوانات الأخرى إلا من حيث عدد صفوف طبقة Trabeculae التى تتكون من ٥ – ٦ صفوف من الخلايا بينما فى الثدييات صف واحد وفى الطيور صفان من الخلايا .

ويعمل الكبد كمخزن للدهون (كما فى سمك البكلا والرنجة والتونة) الغنية بفيتامينات (أ ، د) وكذلك يخزن الجليكوچين (كما فى القراميط أكثر من التراوت وسمك الحمار وسمك البعوض والجوبى وسمك الذهب) . فالخلايا الكبدية إحداها غنية بالدهون والأخرى غنية بالجليكوچين ، ويسود فى بعض أنواع السمك نوعا من نوعى هذه الخلايا الكبدية دون النوع الآخر.وقد يغيب كيس الصفراء من بعض الأنواع السمكية ، بينما فى أسماك أخرى كسمك الذهب Gold Fish والحمار Zebra Fish والبعوض Mosquito Fish توجد قنيات صفراوية تصب محتوياتها بين خلايا الكبد وفى معظم الأسماك تستقر المرارة Bile أو الصفراء بين فصى الكبد .

٧ – البنكرياس Pancreas : يوجد فى بعض الأسماك كالقراميط والثعبان فى شكل متماسك أو غدة ماكنة لها موقع واضح ، بينما فى معظم الأنواع الأخرى لايوجد بنكرياس متماسك لكن منتشر فى صورة فصيصات صغيرة غير منتظمة التوزيع بطول الوريد الكبدى البابى وفروعه فى الكبد ، إذ أن الأسماك شوكية الزعانف يتحد فيها البنكرياس مع الكبد على شكل بنكرياس كبدى Hepatopancreas. والبنكرياس فى القروش والقوابع عبارة عن عضو مكتنز مكون من فصين عادة . وقد يرتبط البنكرياس بالطحال (كما فى الأسماك الرئوية Lung Fish الإفريقية إذ يكون البنكرياس عضو أسود اللون كبير فى مؤخر الطحال فى جدار الأمعاء) أو يكون بين الأمعاء أو بين الأعاور المعوية أو داخل الكبد . والجزء الهرمونى منه بسيط التطور إذ يحتوى على قليل من خلايا الجزر Islet Cells (جزر لانجرهانز Islets of Langerhans) والتى توجد بها الخلايا بيتا خارجيا وخلايا الفا مركزيا ، ووظيفة البنكرياس إنتاج إنزيمات هاضمة بجانب الإفراز الداخلى لهرمون الأنسولين .

٨ – فتحة المخرج Vent : فى القروش والقوابع والأسماك الرئوية تفتح نهاية القناه الهضمية مع نهاية الجهازين البولى والتناسلى فى مجمع Cloaca واحد ، لكن فى معظم الأسماك تفتح نهاية القناة الهضمية فى فتحة شرج منفصلة عن الفتحة البولية التناسلية ويكون عادة موقعها فى نهاية

الجسم وتشذ عن ذلك بعض الأسماك كالقد اليابانى Japanese Cod والثعبان طويل الأنف Long -Nosed Eel والتى تحتوى على فتحة مخرج أمامية أو تحت الشفاة السفلى .

التغـــذية Nutrition

تعرف التغذية بأنها علم تعريف تداخل الحيوان بأعلافه لغرض التقدير الكمى للاحتياجات الغذائية الكافية للوظائف المختلفة .

أى هى علم تقرير الاحتياجات الغذائية فى شكل مكونات كالبروتينات (والأحماض الأمينية) والدهـون (والأحماض الدهنية) والفيتامينات والعناصر المعدنية ، بجانب نسب هذه المركبات ، ومستويات التغذيه وطرق التغذية . كما توضح التغذية طرق استخدام الجسم لكل مغذ خلال عمليات الهضم والميتابوليزم ، إذا ما كان المغذى يستهلك أو يخزن أو يفرز من الجسم . فالتغذية تشمل شقيها البيوكيماوى والفسيولوجى ومتداخلة فى كل عمليات الجسم بمختلف مراحل الحياة خاصة عمليات النمو والتناسل والهجرة ، وتؤثر فيها اعتبارات بيولوجية وجوية واقتصادية وجودة المياه . والتغذية تشكل ٣٤ – ٤٤ ٪ من جملة تكاليف إنتاج السمك (كتغذية صناعية أو خارجية) . ولقد بدأت دراسة تركيب علائق الأسماك منذ أكثر من مائة عام ، تلاها دراسة سلوك التغذية واختيارية الغذاء فى الأسماك وطاقة الغذاء والطاقة المهضومة .

السلوك الغـذائى Feeding Behaviour

يخضع السلوك الغذائى للأسماك لتحكم عصبى هرمونى بداية من رحلة البحث عن الغذاء واختياره وتناولة وإعداده وهضمه وامتصاصه وإخراجه . فالأسماك ضمن الحيوانات غير ذاتية التغذية Heterotrophic أى تعتمد فى تغذيتها على مواد عضوية شبيهة التركيب بمادة جسمها من كائنات أخرى ، وذلك بعكس النباتات ذاتية التغذية Autotrophic التى تبنى مادتها العضوية بنفسها .

وتعتمد الأسماك فى بحثها عن غذائها على حواس طبيعية وكيماوية ، فتستغل النظر أو السمع أو الخط الجانبى أو أعضاء الحس الكهربية أو حجر الأذن والتذوق والشم منفردة أو بأكثر من حاسة فى نفس الوقت حسب نوع السمك ونوع غذائه وطبيعة سلوكه ونشاطه . فبعض القراميط تتجنب نحو العلائق المحتوية على الألانين ، وبعض أسماك الترسة Turbot تثيرها احتواء العليقة على الأينوسين ولموصفات أحادى الأينوسين ، كما يزيد استهلاك أسماك المبروك للغذاء بتأثير لونه وشكله .

وهناك أسماك تبحث عن نوع معين من الغذاء فتسير مسافات طويلة للحصول عليه ، بينما القوارت (مختلطة التغذية – أكلة كل شىء) انتهـازية Opportunistic تحصل على غذائها فى مناطق بيئية متعددة . وعلى هذا فتنقسم الأسماك من حيث عاداتها الغذائية Feeding Habits إلى :

١ – آكلات عشب Herbivores

٢ – آكلات لحوم Carnivores

٣ – قوارت Omnivores

لكنها أيضا تختلف فى درجة التخصص فى عادتها الغذائية بما يسمح بمزيد من التقسيم أو الترتيب Categorization إلى :

أ – أحادية التغذية Monophagous أى تستهلك نوعا غذائيا واحدا .

ب – محدودة التغذية Stenophagous تسهتلك أعدادا محدوده من الغذاء .

جـ – مختلطة التغذية Euryphagous تتغذى على أعلاف مخلوطة .

وعموما فإن معظم أنوا ع السمك مختلطة التغذية ، فحتى مبروك الحشائش إذا توفر له البروتين الحيوانى يتغذى عليه أولا ثم بعدها يعمل كآلة حش حية . بينما فقس (يرقات) جميع الأنوا ع السمكية يعتبر آكل لحوم إذ يتغذى على الكائنات وحيدة الخلية واليرقات والسرطانات وغيرها من اللافقاريات . وتغذية يرقات الأسماك أساسها الغذاء الحى ، وإن كانت يرقات أسماك الماء المالح أكثر أعتمادا على الغذاء الحى عن يرقات أسماك الماء العذب .

وعلى قدر فتحة فكى الفم Jaws Gape أوقطر البلعوم Pharynx يتوقف حجم الغذاء ، فبعض أسماك القديات لها فتحة فم تبلغ ٢, ٠ طول جسمها القياسى ، بينما هناك من الأسماك آكلة الهوائم تبلغ فتحة فمها ٠٥, ٠ طول جسمها القياسى .

ويتوظف الشكل الخارجي للأسماك بالنسبة للعادات الغذائية بعد نضجها فتنقسم الأسماك إلى :

١ – آكلات بلانكتون Planktivores حيوانى (Zooplanktivorous) أو نباتى (Phytoplanktivorus) .

٢ – آكلات أعشاب Herbivores .

٣ – آكلات لحوم ارضية Benthic Carnivores .

٤ – آكلات حشرات وقواقع وديدان Insectivores

٥ – آكلات أسماك Piscivores .

٦ – أسماك متطفلة Parasites .

فالجسم المائى الواحد يحتوى على كائنات سمكية Piscifauna تزيل الطحالب من الصخور ، أو تقطع أجزاء ورقية خضراء ، أو تأكل الرخويات Molluscs ، وتنقر اللافقاريات الصغيرة والكبيرة الأرضية Benthic Invertebrates ، أو تأكل الهوائم الحيوانية Zooplankton ، أو تعض وتقطع زعانف الأسماك

الأخرى أو تمص عيونها أو تأكل بيضها وأجنتها ويرقاتها ، أوتفترس Preying أسماك كاملة أخرى . ومن بين الأسماك المفترسة Predators (آكلة اللحوم) نجد أسماك تتغذى على جزئيات صغيرة Microphagy متطورة من تلك التي تتغذى على الجزيئات الكبيرة Macrophagy ، وتعرف الأخيرة بوجودها عندما تكون النسبة بين حجم الفريسة وحجم الأسماك المفترسة في المدى من ١ : ٢ إلى ١ : ٢٠ ، بينما آكلات الجزيئات الصغيرة Particle - Feeding Microphagy تتواجد عندما يكون هذى المدى من ١ : ٢٠ إلى ١ : ٢٠٠ ، والأسماك آكلة الدقائق الصغيرة Filter - Feeding Microphagy فـي المدى مـن ١ : ١٥٠ إلـى ١ : ٢٠٠٠٠ .

فالمفترسات الكبيرة تظهر تخصصات للعيون والفكوك والأسنان والأمعاء تناسب تحديد موقع وحجم وهضم فريستها ، وهذه المفترسات غالبا لها قدرة على السرعة المفاجئة لمهاجمة الفريسة . والبعض الآخر من الأسمـاك آكلة اللحوم لهـا جسم قصير مبطط الجانب بزعانف منظمة لتنظيم القدرة على المناورة Manoeuvrability والفم صغير قابل للامتداد Protrusible ويكون أنبوبة يمكنها شفط فريسة صغيرة من مسافة ، ونوع آخر أكثر طولا وانسيابية وزعانفه متوسطة وفمه واسع ، وبهذا فهو مجهز للانقضاض السريع الخفيف للإمساك بفريسة أكبر وأكثر حركة ، وهذه النماذج المختلفة تعكس بوضوح الاختلافات الملحوظة على شكلها الظاهرى بمايتناسب مع عاداتها الغذائية .

وفي قلة أوغياب الغذاء (الفريسة) تلتهم الأسماك المفترسة صغارها ، وهذا الافتراس يعتبر وسيلة لتنظيم الزيادة في السمك عندما تصير ظروف الغذاء حادة بسبب الزحمة . وأكل لحوم البعض Cannibalism هو الاتجاه الأقوى بين الأسماك لتصير آكلة أسماك حينما تبلغ حجما معينا .

وتتم التغذية كنظام روتيني يومى (نهارى أو ليلى) خاصة في الأيام التي تكون فيها درجة الحرارة معتدلة خاصة في الربيع ، وقد تكون التغذية مرتبطة بالقاع أو بالغذاء العالق في عمود الماء أو العائم على الماء . إلا أن الأسماك تصوم وتمتنع عن الأكل بالإرتفاع والانخفاض الشديدين في درجة الحرارة أو في موسم التناسل ، سواء قبل أو بعد وضع البيض حسب نوع السمك . فالموسم والحرارة والضوء ومرحلة العمر والحالة الفسيولوجية كلها عوامل تؤثر كذلك على السلوك الغذائي للأسماك .

اختلافات الأسماك عن الحيوانات الأخرى في سلوكها الغذائي يؤثر كـذلك على فسيولوجيا هضمها المختلفة أيضا عن الحيوانات الأخرى . وأبسط هذه الاختلافات ليس فقط في كون الأسماك مفترسة وغير مفترسة أو آكلة عشب ومتنوعة التغذية ، بل كذلك في تغيير فلورا أمعاء السمك ، إذ تتغير البكتريا طبقا للأشكال الرمية في الماء المحيط بالسمك للتبادل بينهما . وتستطيع الأسماك تركيز عديد من المواد التي تتحصل عليها من الغذاء في جسمها مما يؤثر على طعمها ، فالرنجة المغذاة على كمية كبيرة من يرقات المحار تصير مُرة . وكذلك سمك البكلا عند تغذيته على أغذية معينة يصير غير مرغوب الرائحة لاحتوائه على كبريتيد ثنائي ميثيل Dimethyl Sulphide . علاوة على سمية بعـض الأسمـاك في وقت التبـويض (البطارخ) أو نتيجة تغذيتها على أنواع معينة من الطحالب تحتوى على مواد سامة في موسم

معين من السنة فتصير الأسماك هي الأخرى سامة وقت انتشار هذه المصادر الغذائية من الطحالب (لتركيز السموم في أجسام الأسماك) دون باقي فصول السنة ، وقد تحتوي أجسام السمك على مركب ثلاثي ميثيل أمين Trimethylamine لوجوده أصلا في علائقها ، خاصة في الكائنات الحيوانية الحية الدقيقة البحرية ، أو أن تكون لحومها بطعم الطمي Muddy Flavour لاحتوائها الجيوسمين Geosmin كناتج ميتابوليزمي لبكتريا استربتوميسيس ، وسوء طعم السمك Off Flavour لدخول المواد الفينولية والزيوت والمنظفات عبر الجلد والخياشيم أو مع الطحالب وتخزن في الأجزاء الدهنيه من السمك ، أو أن تكون دماؤها سامة للإنسان . فيمتص الجلد والخياشيم بسرعة المواد العضوية الذائبة والتي تكون مسئولة عن ظهور الطعم غير المرغوب . وتؤثر التغذية والعوامل البيئية الأخرى كدرجة حرارة الماء والمواد العضوية الذائبة ونشاط العوم كلها تؤثر على الخواص الحسية للسمك مثل محتواه الدهني وقوام لحم السمك وحموضته .

تركيب الغذاء والاحتياجات الغذائية

:Feed Composition & Nutritional Requirements

تتركب أي مادة غذائية من مكونات غير غذائية (غير معروفة أو غير معروف تأثيرها أو ذات تأثيرات ضارة) وأخرى غذائية . والمكونات الغذائية عبارة عن :

١ - الماء .

٢ - الماده الجافة :

أ - مادة معدنية

ب - مادة عضوية :

١ - المركبات الأزوتية .

٢ - المركبات الدهنية .

٣ - المركبات الكربوهيدراتية .

٤ - الفيتامينات .

وتشمل الأغذية على مجموعتين من المركبات ، إحداهما مواد أساسية أو ضرورية Essential لايستطيع الحيوان تخليقها بنفسة كلية أو بالحد الذي يتطلبه الجسم منها ، والأخرى مجموعة المواد التي يستطيع الحيوان تخليقها بنفسه من مواد أخرى ويطلق على هذه المجموعة بالمواد غير الضرورية أو غير أساسية Nonessential .

ورغم أهمية ضرورة معرفة احتياجات الأسماك من المكونات الغذائية المختلفة ، فإن دراسة الاحتياجات الكمية والنوعية تتم تحت ظروف معملية تجريبية وعلى أنواع سمكية محدودة ، مما يجعل المعلومات المتحصل

عليها باستمرار ذات أهمية خاصة وأن هذه الاحتياجات تعتبر متخصصة لأنواع معينة أى مرتبطة بنوع السمك بجانب ظروف المياه المختلفة ، إلا أن النتائج المتحصل عليها لايمكن تعميمها على الإطلاق (للأنواع والظروف البيئية المتغيرة) ، وأيضا هناك قصور كبير فى هذا الشأن ولايمكن تغطيته بالمعلومات الغذائية والاحتياجات الغذائية لذوات الدم الحار للتباين الكبير بين الأسماك والحيوانات ذات الدم الحار فى هذا الشأن . وعموما تختلف الاحتياجات الغذائية لأسماك الماء البارد عن تلك لأسماك المناطق الدافئة . وقد أوضحت الدراسات الغذائية أهمية احتواء العلائق على مصادر للطاقة والأحماض الأمينية الأساسية والأحماض الدهنية الأساسية وفيتامينات ومعادن معينة لتشجيع نمو وإنتاج الأسماك . وقد ثبت اختلاف الاحتياجات الغذائية كذلك لأسماك المياه المالحة عن تلك لأسماك المياه العذبة . ومما يزيد صعوبة تقدير الاحتياجات الغذائية للأسماك هو أن فائض الغذاء يتحلل فى الماء ، علاوة على أن عدد الوجبات اللازمة لأفضل نمو كفاءة غذائية يختلف باختلاف الأنواع ، فالبعض يكفيه وجبتين يوميا للوصول لحد الشبع بينما البعض الأخر يحتاج للتغذية المستمره أو المنتظمة على مدار أربعة وعشرين ساعة ، بينما المعدلات التى يضعها الباحثون قد وضعت لتلائم عمل الباحثين أكثر من مواءمتها لاحتياجات السمك ، فنجد الباحث يحدد نسبة ثابتة من وزن جسم السمك كما يحدد عدد الوجبات . وعلى أى حال فقد أنشئت شبكة دولية لمركز معلومات العلف ، وكذلك بنك معلومات للاحتياجات الغذائية للسمك فى أوربا .

أولا : المـــاء Water

يتحصل السمك على الماء كأحد مكونات الغذاء ، وكذلك من الوسط المحيط بالسمك ، سواء عن طريق ماء الشرب الممتص من القناة الهضمية عن طريق الفم أساسا ، أو الممتص من خلال الخياشيم والجلد . إذ قد يصل ماتمتصه الأسماك من الماء العذب خلال الجلد إلى مايقرب من ثلث وزن الجسم يوميا (وإن كان هناك أسماك كالثعبان جلودها غير منفذة للماء) ، ولكن مايمتص عن طريق الخياشيم أكثر ، كما تمتص الأسماك فى الماء المالح كميات مياه تتراوح ما بين ٧ – ٣٥ ٪ من وزن جسمها يوميا منها ٦٠ – ٨٠ ٪ من خلال القناة الهضمية ، وتمتص أسماك الجلكى ٥٠ – ٢٢٠ مل ماء مالح / كجم وزن جسم / يوم فى القناة الهضمية .

والماء وسط عمل الإنزيمات ، لذا فهو عنصر ضرورى لكل العمليات الحيوية التى تتم فى الأسماك ، كما أنه يشكل ٧٠ – ٧٥ ٪ من وزن جسم الأسماك كاملة التعظم . والماء الخلوى فى الأنسجة السمكية يشكل ٧٠ – ٨٠ ٪ من الماء بالجسم ، بينما تحتوى البلازما على ٢ – ٣ ٪ من ماء الجسم .

وكل أغذية السمك أى كان نوعها وتركيبها تحتوى على ماء بنسب مختلفة تتوقف على نوع الغذاء إذا ما كان أخضر أو طازجا (مرتفع المحتوى الرطوبى) أو مكعبا أو مصنعا أو جافاً (منخفض الرطوبة) ، وعلى أى حال فيتم تشبع أى علف بالماء قبل استهلاكه .

وتفقد أسماك الماء المالح كثيرا من ماء خلايا جسمها لانخفاض تركيز ملوحة السمك عن تركيز ملوحة

ماء البحر ، لذلك تشرب الأسماك ماء لتواجه فقد الماء من خلايا الجسم ، مما يؤدى إلى ازدياد تراكم الملح فى أجسامها حتى يتوازن تركيزه مع تركيز الملح فى الماء المحيط بالسمك ،فيخرج الزائد من الملح خلال الخياشيم ، والعكس فى الماء العذب إذ تحتوى أجسام أسماكه على تركيز ملح أعلى مما هو فى الماء المحيط مما يؤدى إلى دخول الماء خلال الجلد لتخفيف تركيز الملح وعليه لاتحتاج أسماك الماء العذب إلى الشرب بل إنها فى حاجة مستمرة لإخراج الماء الداخل إليها وذلك عن طريق البول الغزير منخفض الكثافة .

ثانياً : المادة المعدنية (Minerals (Ash :

تتباين كثيرا المواد الغذائية المختلفة فى محتواها من العناصر (المعادن) المختلفة طبقا لمصدر هذه الأغذية وأنواعها . ورغم صعوبة تقدير الاحتياجات الغذائية المعدنية للأسماك وذلك لامتصاص الأسماك للمعادن الذائبة من الماء عن طريق الخياشيم والجلد والأمعاء ، ورغم عدم وضوح الاحتياجات بالضبط ، فإنه يفترض احتياج الأسماك للمعادن المختلفة والتى تتواجد فى أجسامها وتدخل لحد هام فى الوظائف البيولوجية ومن بينها : الكالسيوم والفوسفور والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكبريت والكلور والحديد والنحاس والكوبلت واليود والمنجنيز والزنك والموليبدنم والسلنيوم والفلور .

١ - الكالسيوم والفوسفور :

ينظم سمك الماء العذب محتوى قشوره وعظامه من الكالسيوم دون ارتباط بمحتوى الماء من الكالسيوم ، ولايتطلب السمك إضافات غذائية من الكالسيوم لو احتوى الماء على ١٤ - ٢٠ جزء / مليون من الكالسيوم . بينما الأسماك البحرية تشرب ماء البحر المتوفر فيه الكالسيوم لكنه فقير الفوسفور وتخرج الكالسيوم الزائد لذا تتطلب هذه الأسماك نسبة كالسيوم / فوسفور فى العليقة أقل من الوحدة ، لذا وجد أن أسماك شلبة البحر الأحمر Red sea Bream تنمو على أفضل مايكون على عليقة تحتوى ٠,٣٤ ٪ كالسيوم بنسبة كالسيوم / فوسفور كنسبة ١/٢ .

ويعبر عن الاحتياجات من الكالسيوم والفوسفور معا لارتباط ميتابوليزمهما معا ، وإن كان هناك علاقات بين معدنية أخرى ، وأى عدم اتزان معدنى فى العليقة يضر بميتابوليزم المعادن الأخرى . ويتوقف إضافة الكالسيوم والفوسفور على تركيب العليقة ومحتواها المعدنى ، فإن احتوت على مسحوق السمك فلا يضاف أى من المعدنين . كما أن احتياجات أسماك القراميط من الكالسيوم ١,٥ ٪ ومن الفوسفور المتاح ٠,٨ ٪ - ١,٠ ٪ للحصول على أقصى نمو ، بينما نقص الكالسيوم فى العليقة حتى ٠,٠٣ ٪ لاتظهر أعراض نقص على أسماك المبروك أو القراميط . ورغم امتصاص الكالسيوم من الماء بواسطة الخياشيم ، فإن امتصاص الفوسفور من الماء منخفض جدا (٠,٠٠٠١ من معدل امتصاص الكالسيوم من الماء) ، ونظراً لانخفاض فوسفور الماء (المالح والعذب) فإنه ينبغى إضافة الفوسفور أو توافره فى الغذاء (كالبروتين الحيوانى) ومراعاة انخفاض قيمة المتاح امتصاصه (٢٩ ٪) من فوسفور البروتين النباتى (مسحوق الصويا) ، وقد تبلغ احتياجات نمو أسماك السالمون والمبروك والقراميط وشلبة البحر الأحمر

مابين ٠,٤ - ٠,٨ ٪ فوسفور فى العليقة . ويتدخل الكالسيوم والفوسفور فى الميتابوليزم خاصة المتعلق بنمو العظام وفى حفظ الاتزان الحامضى - القاعدى ، ويتدخل الكالسيوم فى عمليات فسيولوجية وبيوكيماوية كانقباض العضلات وتجلط الدم والنقل العصبى وفى حفظ التركيب الغشائى . ويشكل الفوسفور أحد المكونات لعديد من الجزيئات العضوية ، ويؤثر الفوسفور فى العليقة (أكثر من الكالسيوم) على النمو والعظام وكذلك محتوى دهون جسم أسماك المبروك . ونظرا لعدم وجود معدة مفرزة للحامض فى المبروك فإن أمتصاص الكالسيوم تراى فوسفات كمصدر للفوسفور لايتعدى ٣ ٪ (بينما فى التراوت ٥١ ٪) وامتصاص فوسفور مسحوق السمك ٢٦ ٪ (وفى التراوت ٦٠ ٪) . زيادة فوسفور العليقة للتراوت عملت على زيادة كل من الفوسفور والكالسيوم والماغنسيوم ، والاستفادة من فوسفور فوسفات ثنائى الصوديوم كانت أفضل من فوسفور مسحوق السمك .

وفرة الفوسفور فى بعض أغذية الأسماك :

المصـــــــــدر	٪ فوسفـــــــور	٪ وفرة الفوسفــور
فوسفات ثلاثى الكالسيوم	٠,٦٥	٣
فوسفات أحادى الكالسيوم	٠,٦٩	٨٠
فيتين	١,٦٥	٨
كازين	٠,٤٧	١٠٦
مسحوق سمك	٠,٩٩	٢٦
خميرة	٠,٤٦	٩٩
جرمة قمح	٠,٥٨	٥٧
رجيع أرز	٠,٧٩	٢٥

٢ - **المعادن الأخرى** : سواء مايضاف منها بكميات كبيرة أو صغيرة ، وتشمل :

- **الماغنسيوم** : ضرور لحفظ النمو طبيعى ، وتتوقف الاحتياجات الغذائية منه على التغييرات فى تركيزاته فى الماء . وتبلغ الاحتياجات الغذائية من الماغنسيوم لأسماك المبروك ٠,٠٤ - ٠,٠٥ ٪ من العليقة الجافة ، بينما للتراوت أعطى ٠,١ ٪ ماغنسيوم نموا جيدا .

- **كلوريد الصوديوم** : تفقده أسماك المياه العذبة عن طريق البول الغزير منخفض الكثافة ، ويعوض هذا الفقد (من الأيونات المختلفة التي يمكن امتصاصها من الماء) عن طريق الأمتصاص النشط لهذا الملح عبر الخياشيم ، بينما أسماك الماء المالح تعانى من زيادته فى الماء فتشرب قليل من الماء وتضخ الزائد من هذا الملح عبر خياشيمها إلى البيئة الخارجية مع تركيزها للبول قليل الكمية لتعويض فقد الماء . وبوجه عام وجد أن احتواء العليقة على مخلوط أملاح متزن بنسبة ٤٪ من العيقة أعطى أفضل نمو فى المبروك والتراوت ، وإن لم يؤد ملح الطعام بتركيزات حتى ٨,٥ ٪ من عليقة التراوت إلى أى تأثيرات معنوية سواء فى استهلاك العليقة أو تحويلها الغذائى .

- **والحديد** : واضح الأهمية للدم وفى عمليات التنفس لدوره فى تركيب الهيموجلوبين وإنزيمات الهيم . وقد اقترح أن تحتوى عليقة المبروك على ٣ جزء / مليون من النحاس لتغطية الاحتياجات الغذائية من هذا العنصر .

- **والكوبلت** : يشجع الميتابوليزم والنمو فى المبروك ، فقد وجد أن إضافته فى صورة كلوريد أو نترات كوبلت فى ماء الحوض بمعدل ٠,٠٨ مجم / كجم سمك أدت إلى زيادة نمو أسماك المبروك (١٠ - ٣٢ ٪) وتكوين الهيموجلوبين .

- **واليود** : هام كذلك فى العليقة لنمو الأسماك ، واقترح حد أدنى منه فى العيقة ٠,٦ مجم / كجم علف .

- **والزنك** : ضرورى للنمو الطبيعى ، إذ يتداخل فى تخليق الأحماض النووية وتنشيط عديد من الإنزيمات ، واقترح إضافته بمعدل ١٥٠ مجم / كجم علف لزيادة النمو ومنع ظهور أعراض نقصة على الأسماك .

وعموما يتوقف حد الإضافات المعدنية على محتوى العليقة من الرماد ، فمثلا إذا احتوت عليقة سمك الثعبان على ٧٠ ٪ مسحوق سمك أبيض كان الحد الأمثل للإضافات المعدنية ٢٪ . ورغم عدم الحساسية النسبية للمبروك لنقص الإضافات الغذائية المعدنية ، فقد ثبت ضرورة احتواء العليقة على الزنك والمنجنيز والنحاس والماغنسيوم والكوبلت والحديد كالتالى :

الاحتياجات الغذائية فى العليقة	المعـــــدن
٠,٦ – ٠,٧ ٪	فوسفور
أقل من ٠,٠٢٨ ٪	كالسيوم
٠,٠٤ – ٠,٠٥ ٪	ماغنسيوم
١٥ – ٣٠ جزء / مليون	زنك
١٣ جزء / مليون	منجنيز
٣ جزء / مليون	نحاس
٠,١ جزء / مليون	كوبلت
١٥٠ جزء / مليون	حديد

وتختلف تركيزات العناصر المعدنية فى السمك لحد كبير ، فبينما يبلغ تركيز المنجنيز والزنك فى العضلات عشرات آلاف أضعاف تركيزاتها فى الماء (لسرعة امتصاصهما) ، فإن الحديد والنحاس أقل تركيزا فى الأسماك عما هو عليه فى أعلاف السمك ، إذ أن السمك يخرج بعض العناصر الدقيقة Microelements . كما أن الباريوم والاسترانشيوم يحتجزان اختياريا وتركيزهما فى الأسماك أعلى عما هو عليه في غذاء أو بيئته . وتركيز الكوبلت فى كثير من الأسماك أعلى من تركيز النيكل ، رغم أن التركيز النسبى لهما فى مياه البحر عكس ذلك .

ثالثا : المركبات الأزوتية Nitrogenous Compounds :

تختلف الأغذية المختلفة للأسماك فى محتواها البروتينى (الأزوتى) من حيث الكمية والنوعية ، فبينما آكلات اللحوم بأنواعها المختلفة تتحصل على نسبة مرتفعة من البروتين عالى القيمة الحيوية فى غذائها الحيوانى الأصل ، تتحصل آكلات الأعشاب أو نباتية التغذية على قيم منخفضة نسبيا فى محتوى غذائها من البروتين النباتى غير مرتفع القيمة البيولوجية . ولكون البروتين مكوناً هاماً فى الجسم فعليه ينبغى أن يكون أيضا مكونا هاما فى العليقة ، إذ عليه يتوقف النمو . وهذا يرتبط بكمية ونوعية الأحماض الأمينية المتوفره فى غذاء السمك . كما يتوقف احتياج السمك للبروتين على نوع السمك وتغذيته الطبيعية ودرجة نموه ومرحلة نموه وعمره وعلى درجة حرارة وملوحة المياه ومحتواها من الأوكسچين والمكونات الغذائية الأخرى فى العليقة كمصادر الطاقة والفيتامينات والمعادن لتداخلاتها مع البروتين فى ميتابوليزمة ، فآكلات اللحوم مثلا لاتعتمد فقط على علائق مرتفعة البروتين بل يشترط كذلك انخفاض محتوى العلائق من الكربوهيدرات كالدكسترين أو النشا . كما قد تنخفض الاحتياجات البروتينية بزيادة مستوى التغذية لأن الأسماك تتغذى حتى تشبع احتياجاتها الحرارية . وقد ترتفع الاحتياجات البروتينية بارتفاع درجة حرارة الماء داخل الحدود المثلى الحرارية للنوع ، وقد ترتفع كذلك بزيادة الملوحة للماء ، وإن كانت النتائج شبه متعارضة أو غير مؤكدة لاختلاف الأنواع السمكية .

وتقل الاحتياجات البروتينية بزيادة حجم السمك ، فالمحتوى العالى من برتين العليقة يوفر متطلبات النمو السريع لصغار الأسماك ، بينما الانخفاض النسبى لبروتين الغذاء يؤدى إلى تحويل أفضل للبروتين أو زيادة الاستفادة منه فى الأعمار الأكبر . وتحتوى عضلات الأسماك الجافة على حوالى ٦٥ – ٨٥ ٪ بروتين ، ونظرا لقلة احتياجات الأسماك للطاقة نسبيا عن الحيوانات ذوات الدم الحار ، ولتفضيل الأسماك استخدام البروتين كمصدر غذائى للطاقة أكثر من استخدامها للكربوهيدرات كمصدر طاقة ، فإن احتياجات الأسماك من البروتين الغذائى أعلى بمقدار حوالى ٢٠٠ – ٤٠٠ ٪ عن احتياجات الحيوانات المزرعية الأرضية Terrestrial Farmanimals التى بهدمها للبروتين إلى أمونيا تفقد طاقة فى تحويلها للأمونيا هذه إلى يوريا أو حمض يوريك ، بينما الأسماك تخرجها كما هى أمونيا من الخياشيم فلا تفقد طاقة فى تحويلها إلى نواتج إخراجية أخرى فاحتياجات الأسماك من الطاقة لتحويل بروتين الغذاء وتخليق بروتين أجسامها أقل من احتياجات الحيوانات ذوات الدم الحار ، كما أن الأسماك لاتتطلب طاقة لحفظ حرارة أجسامها ثابتة (لأنها من ذوات الدم البارد متغيره الحرارة) فلا تتأثر الأسماك سلبيا بزيادة بروتين عليقتها وانخفاض طاقتها إذ تستطيع الأسماك التخلص (سريعا وباستمرار) من نواتج تمثيل البروتين بإخراج ٦٠ – ٨٠ ٪ من فضلات الأزوت الكلى فى صورة أمونيا عن طريق الخياشيم ، وعلى ذلك فالنسبة المثلى لطاقة البروتين من الطاقة الكلية للسالمون مثلا ١ : ٢ بينما هى للمجترات ١ : ١٠ ، والسمك يفقد من بروتين جسمة فى بناء مخاط الجلد الذى يزيد بناؤه بزيادة الضغوط المختلفه على السمك . فاحتياجات الأسماك من الطاقة الحافظة منخفضة عن باقى الفقاريات ، لذا فإن الأسماك تستخلص طاقة ميتابوليزمية من هدم البروتين الغذائى أكبر مما تستخلصها الحيوانات الأرضية . علاوة على أن الأسماك تمتاز كذلك بفقدانها طاقة أقل للنشاط الأختيارى فى الماء وطاقة أقل فى التكاثر ، فكفاءة السمك الحرارية تفوق تلك التى للكتاكيت والخنازير والماشية بمقدار ٢ – ٢٠ ضعف .

ولقد ثبت من عديد من الدراسات وجود علاقة خطية بين الاحتياجات البروتينية للسمك (جم / كجم وزن جسم / يوم) ومعدل النمو النوعى (٪ لكل يوم) للأنواع المختلفة ، وأن هذه العلاقة الخطية توضح أن الاستفادة من بروتين العليقة فى نمو أنسجة جديدة علاقة ثابتة نسبيا داخل وبين أنواع الأسماك ، وأنه لاتختلف احتياجات البروتين الغذائية للأسماك عنها لحيوانات المزرعة الأرضية إذا عبر عنها نسبيا لاستهلاك الغذاء (جم بروتين / كجم وزن جسم / يوم أو جم بروتين / كجم زيادة فى الوزن الحى) علما بأن الحيوانات الأرضية تحفظ درجة حرارة أجسامها أعلى من درجة حرارة البيئة المحيطة فهى تستهلك فى ذلك طاقة عالية . كما أوضحت الدراسات أرتفاع الاحتياجات البروتينية لتكافىء ٤٥ – ٧٠ ٪ من الطاقة الكلية للعليقة فى صورة بروتين تطلبه الأسماك .

أول دراسة لاحتياجات السمك البروتينية كانت سنة ١٩٥٨ على أحد أنواع السالمون ومثلت محتويات العلائق البروتين والتى أدت إلى أفضل نمو على أنها الاحتياجات البروتينية . وحديثا تقدر بأقصى امتصاص وتخزين للبروتين فى العضلات أو من خلال ميزان الأزوت . ويعبر عن الاحتياجات البروتيننة

كنسبة مئوية من العليقة ، أو كنسبة بين بروتين وطاقة العليقة ، أو بين طاقة البروتين وطاقة العليقة (سواء طاقة كلية أو مهضومة أو ميتابوليزمية) ، أو بالجرام / كجم وزن جسم / يوم (أى الاحتياجات كنسبة مئوية × معدل التغذية كنسبة مئوية × ٠,١) ، أو جم / كجم زيادة فى الوزن الحى (أى الاحتياجات ٪ × نسبة التحويل الغذائى × ١٠ ، علما بأن التحويل الغذائى = الغذاء المستهلك / الزيادة فى الوزن الحى) ، والأوقع هو أن يعبر عن الاحتياجات البروتينية كنسبة طاقة البروتين المهضوم إلى الطاقة المهضومة فى العليقة .

وفيما يلى بعض القيم الموصى بها من البروتين الخام (٪) فى علائق بعض الأسماك

نوع السمك	٪ بروتين العليقة	ملاحظات
صغار المبروك والتراوت	٦٠ – ٦٥	
	٣٠ – ٣٢	بالتغذية المحدودة ٢ – ٤٪ من وزن الجسم/ يوم
أصبعيات السالمون	٤٠	على درجة حرارة ماء ٨,٣° م
	٥٥	على درجة حرارة ماء ١٤,٤ °م
أصبعيات سمك الفرخ	٤٧	على درجة حرارة ماء ٢٠,٥ °م
	٥٥	على درجة حرارة ماء ٢٤,٥ °م
أصبعيات تراوات	٤٠	على ملوحة ماء ١٠ ٪..
	٥٥	على ملوحة ماء ٢٠ ٪..
مبروك عادى	٣١ – ٤١	بغض النظر عن العمر والإنتاج
	٤٣ – ٤٧	نمو سريع (مرحلة اليرقة إلى الأصبعية)
	٣٧ – ٤٢	نمو أقل (مرحلة الأصبعية إلى قبل النضج الجنسى)
	٢٨ – ٣٢	للتربية (أسماك بالغة وأمهات)
قراميط	٣٥ – ٤٠	نمو سريع (يرقة – أصبعية)
	٢٥ – ٣٦	نمو أقل (أصبعية – قبل النضج)
	٢٨ – ٣٢	للتربية (بالغة – أمهات)
ثعابين	٥٠ – ٥٦	نمو سريع (يرقة – أصبعية)
	٤٥ – ٥٠	نمو أقل (أصبيعة فاكثر)
دنيس	٤٥ – ٥٤	نمو سريع (يرقة – أصبعية)
	٤٣ – ٤٨	نمو أقل (أصبعية فاكثر)
موسى	٥٠	
بلطى أخضر	٣٠ – ٣٥	
بلطى موزامبيقى	٤٠ – ٥٧,٤	
بلطى نيلى	٣٠ – ٣٥	
بلطى أوريا	٣٠ – ٣٦	
شلبة البحر الأحمر	٥٥	

ومن ذلك يتضح أن هناك مدى أو متوسط احتياجات بروتينية أمثل لكل نوع ، وهذا يتوقف على عمر الأسماك وظروف المياه ومعدل التغذية ومحتوى العليقة من المكونات الغذائية الأخرى ومصادرها . فالبروتين من مصادره الحيوانية أكفأ من البروتين النباتي في حفز النمو والاستفادة الغذائية ، كما أن مخلوط البروتينات النباتية والحيوانية في العلائق يؤدى إلى زيادة معدلات النمو وكفاءة الاستفاده الغذائية عن البروتين النباتي فقط .

ورغم أن مسحوق ومركزات السمك كانت تعتبر مصدر البروتين الوحيد في تغذية الأسماك آكلة اللحوم كالتراوت ، فقد أمكن خفضها في العليقه بل انعدامها وإحلال مصادر بروتينية أخرى دون الإضرار بالنمو أو الكفاءة الغذائية ، لكن لاغنى في الإنتاج المكثف للسمك عن استخدام مسحوق أو مركزات السمك إذ لم تحرز بدائلها سواء كلية أو جزئية إلا انخفاض معدل النمو حتى بعد إضافة الأحماض الأمينية الكبريتية المحددة في بدائل مسحوق السمك ، مما يدعو للاعتقاد باحتواء مسحوق السمك على عوامل نمو غير معروفة في الجزء البروتيني من مسحوق السمك .

وبزيادة مستوى البروتين الغذائي في حدود المدى المثالي له فإن ذلك يرفع من محتوى بروتين العضلات ويخفض بالتالي من محتواها الدهني ، وزيادة بروتين وطاقة العليقة تخفض من استهلاك الغذاء ، وأعلى من المستوى الأمثل من بروتين الغذاء لن يقابل باستمرار زيادة نمو الجسم (بل قد يقل في بعض الأنواع) وربما أساء إلى تصافي وتشافي السمك وخفض من الكفاءة الاقتصادية لإنتاج الأسماك لأن البروتين سيستخدم في هذه الحالة كمصدر طاقة كذلك لكنه مرتفع السعر عن مصادر الطاقة التقليدية (دهون وكربوهيدرات) ، لذلك ينبغي قصر المحتوى البروتيني للعليقة على الحد اللازم للعمليات البنائية في الجسم Anabolism أي النمو، خاصة وأن فقد الطاقة نتيجة تناول الغذاء أومايطلق عليه بالفعل الديناميكي النوعي Specific Dynamic Action (SDA) يزيد بزيادة كمية بروتين الغذاء .

وإضافة الدهون لعلائق الأسماك لها فعل ادخاري للبروتين ، فإحلال الدهن جزئيا (٥ ٪) محل البروتين يركز طاقة العليقة ويوفر بروتينها ولم يضر بالنمو بل حسن من الاستفادة من البروتين وهضم الطاقة والكربوهيدرات لكن زيادة نسبة الطاقة / البروتين تزيد من ترسيب الدهن في السمك ، بينما زيادة الطاقة مع ثبات البروتين تحسن من الكفاءة الغذائية . وعموما ثبت احتياج السمك إلى ٧,٥ كيلو كالورى (٣١,٣٨ كيلو جول) طاقة ميتابوليزمية لكل جرام بروتين في العلف ، وإن أقصى امتصاص للبروتين يتم الحصول عليه من علائق تحتوى ٩ كيلو كالورى (٣٧,٦٦ كيلو جول) طاقة ميتابوليزمية / جم بروتين ، بينما أقصى امتصاص للطاقة قد تتم عند احتواء العليقة على ٧ كيلو كالورى (٢٩,٢٩ كيلو جول) / جم بروتين . وبزيادة بروتين العليقة (أى زيادة طاقة البروتين كنسبة مئوية من الطاقة الكلية) يقل احتجاز البروتين (كنسبة مئوية للبروتين المحتجز من البروتين المستهلك) ونسبة كفاءة البروتين (نسبة الزيادة في الوزن إلى البروتين المستهلك) . إلا أن ارتفاع مستوى بروتين العليقة يزيد من طول وعرض وارتفاع ووزن مبايض إناث السمك فيزيد بالتالي نسبة المناسل إلى وزن الجسم Gonadosomatic Ratio ، وعموما

فهناك ارتباطات معنوية بين وزن المناسل ووزن الجسم الكلى لإناث الأسماك على أى مستوى بروتين غذائى .

وجودة البروتين أو محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية Essential Amino Acids البالغ عددها عشرة (من عشرين حمض أميني تدخل في بناء البروتينات) والتى ينبغى توفرها فى الغذاء (بينما العشرة الأخرى يمكن إنتاجها من مواد عضوية أخرى فى أثناء التمثيل الغذائى) ذو أهمية قصوى . وتتطلب الأسماك هذه الأحماض الأمينية بنفس الأنواع والنسب كما فى الإنسان وباقى الفقاريات . وهذه الأحماض الضرورية هى الأرجينين Arginine والهيستيدين Histidine والإيزوليوسين Isoleucine والليوسين Leucine والليسين Lysine والمثيونين Methionine والفينيل الانين Phenylalanine والثريونين Threonine والتريبتوفان Tryptophan والفالين Valine .

وتتحدد الاستفادة من الأحماض الأمينية حسب نوع السمك ومحتوى العليقة من البروتين والطاقة والفيتامينات والمعادن . فقد أمكن تحسين الاستفادة من مخلوط الأحماض الأمينية فى عليقة أسماك المبروك بإضافة البوتاسيوم حتى ١,٤١ ٪ من العليقة . ولما كانت تتشابه الاحتياجات الغذائية من الأحماض الأمينية الأساسية للسمك مع محتوى عضلات السمك من نفس هذه الأحماض ، فإنه ينصح باستخدام مسحوق السمك مستخلص الدهون أو عضلات سمك مستخلصة الدهون كبروتين قياسى فى علائق الأسماك ، إذ أن البروتين الحيوانى له أعلى قيمة غذائية ، ولذا فإحلال البروتين النباتى محل الحيوانى يخفض محتوى العليقة من الأحماض الأمينية الضرورية بما يستلزم إضافة هذه الأحماض الأمينية الضرورية الناقصة (والتى تحدد من النمو) بإضافات مخلقة Synthetic أو أن يكون الإحلال جزئى أى تظل العليقة محتوية على بروتين حيوانى . خاصة وأن الأسماك آكلة اللحوم (وعلى وجه الخصوص التى لها حاسة شم قوية تستغلها فى الوصول إلى غذائها) لاتقبل على هذه العلائق المضاف إليها أحماض أمينية مخلقة ، علاوة على أن الأسماك المختلفة لاتستفيد بنفس الدرجة من الأحماض الأمينية الحرة ، ويتغلب على ذلك بتغطية هذه الأحماض الحرة بالكازين مما يساعد على سرعة امتصاصها على حد سواء فى القراميط والمبروك والبلطى . بل إن الأحماض الحرة فى علائق البلطى الأخضر تعتبر مشهيات فتزيد استهلاك الأكل .

وتختلف الاحتياجات من الأحماض الأمينية الضرورية باختلاف نوع السمك ، فقد قدرت هذه الاحتياجات على أفضل مستوى بروتين عليقة (إذ تزداد هذه الاحتياجات على الأقل من بعض هذه الأحماض بزيادة بروتين العليقة حتى المستوى المثالى من استهلاك البروتين) لبعض أنواع السمك كالتالى :

الحمض الأمينى الضرورى	نوع السمك (ونسبة البروتين فى العليقة)		
٪ من العليقة	سالمون (٤٠ ٪)	ثعبان (٣٧,٧ ٪)	مبروك (٣٢,٢ ٪)
أرجنين	٢,٤	١,٧	١,٦
هيستيدين	٠,٧	٠,٨	٠,٨
إيزوليوسين	٠,٩	١,٥	٠,٩
ليوسين	١,٦٠	٢,٠	١,٣
ليسين	٢,٠	٢,٠	٢,٢
ميثيونين	*١,٦	*١,٩	**١,٢
فينيل الانين	***٢,١	***٢,٢	***٢,٥
ثريونين	٠,٩	١,٥	١,٥
تربتوفان	٠,٢	٠,٤	٠,٣
فالين	١,٣	١,٥	١,٤

* ميثيونين + سيستين

** فى غياب السيستين

*** فى غياب التيروزين

وعلى ذلك تنشأ مشاكل فى تعيين المقننات من هذه الأحماض عند تكوين الجزء البروتينى من العليقة للأنواع الأخرى غير المقدر لها احتياجاتها من الأحماض الأمينية (الأنواع البحرية) لاختلاف هذه الاحتياجات باختلاف السمك كما بدا من الجدول السابق .

والأحماض الأمينية لاتدخل فقط فى تكوين البروتينات ، بل لها أدوار عديدة أخرى ، فالتربتوفان مثلا يعمل كمولد للسيروتونين Serotonin وحمض النيكوتينيك ويعمل على تنظيم ميتابوليزم الكربوهيدرات .

وكما اتضح من دراسة أكثر من نوع سمكى أن لبعض الأحماض الأمينية فعلا ادخاريا للأحماض الأمينية الأخرى ، فالسيستين والتيروزين يمكنهما أن يوفرا أو يحلا محل جزء من مثيونين وفينيل الانين العليقة (على الترتيب) ، إذ يتحول الميثيونين إلى سيستين والفينيل ألانين إلى تيروزين فى الميتابوليزم فى كثير من الحيوانات والأسماك . كما يوجد تداخل بين بعض الأحماض الأمينية وبعضها كتداخل الليوسين مع الإيزوليوسين ، وتضاد العلاقة بين الليسين والأرجينين فزيادة الليسين فى العليقة تزيد الاحتياجات إلى

الأرجينين ، ويتطلب إضافة التيروزين إلى العلائق منخفضة الفينيل ألانين لتداخلهما معا فى التأثير على النمو ، ففى حالة نقصهما من العليقة ينخفض النمو . وهناك شبه اعتقاد فى أن بكتريا الأمعاء تخلق الأحماض الأمينية الضرورية جزئيا فى بعض أنواع السمك المرباة بطريقة غير مكثفة ، فتغطى جزءا من متطلبات الأسماك من الأحماض الأمينية .

ويمكن تقدير الاحتياجات من الأحماض الأمينية عن طريق نتائج تركيب الجسم الكلى للسمك من الأحماض الأمينية الضرورية عند أفضل نمو للسمك (وإن كان امتصاص الأحماض الأمينية يختلف باختلاف مصدر البروتين والفترة الزمنية بعد التغذية) ، وكذلك تقدر الاحتياجات عن طريق التغذية على علائق متدرجة المحتوى من حمض أمينى معين ويعين المستوى من الحمض الذى يؤدى إلى أفضل زيادة فى وزن الجسم والكفاءة الغذائية وتركيز الحمض فى العضلات وفى البلازما ، وقد تستخدم الأحماض الأمينية المرقمة إشعاعيا سواء بالتغذية أو بالحقن وتتبع أكسدتها . ويعبر عن الاحتياجات من الأحماض الأمينية بالجرام / ١٠٠ جم بروتين لكل حمض على حدة ، أو بالمليجرام حمض أمينى متطلب / كيلو جرام وزن جسم / يوم .

وعموما فهناك اختلافات كبيرة بين نتائج الباحثين بالنسبة للاحتياجات من الأحماض الأمينية تتوقف على نوع السمك والطرق المستخدمة والمقاييس التجريبية . ويراعى عند استخدام بروتين الصويا محل مسحوق السمك أن يضاف الحمض الأمينى المحدد Limiting Amino Acid فى الصويا (ميثيونين) ، وعند استخدام مخلفات الدواجن والريش يضاف ١,٧ ٪ ليسين هيدروكلوريد مع ٠,٤٨ ٪ ميثيونين مع ٠,١٤ ٪ تريبتوفان .

ويزيد ارتباط الأحماض الأمينية ببروتين جسم السمك بزيادة درجة حرارة الماء حتى حدودها الحرجة وبعدها يقل بسرعة ، كما يقل هذا الارتباط بصيام السمك وبانخفاض تركيز الأوكسجين الذائب أو انخفاض حجم الماء ، ويزيد الأنسولين من هذا الارتباط (تخليق البروتين) . ويظل مستوى بروتينات بلازما السمك ثابتا ، إذ يحدث تنظيم بين مستوى بروتينات البلازما وإخراج البروتين .

احتياجات بعض أنواع الأسماك من الأحماض الأمينية الضرورية كنسبة مئوية من بروتين العليقة

الحمض الأمينى	قـــراميط	ثعـــابين	المبـــروك العادى	سالمــــونات
أرجينين	٤,٣	٣,٩	٣,٨ - ٤,٤	٦,٠
هيستيدين	١,١	٣,٦	١,٤ - ٢,١	١,٨
إيزوليوسين	٢,٣	٤,١	٢,٣ - ٢,٦	٢,٢
ليوسين	٣,٤	٣,١	٣,٣ - ٤,٨	٣,٩
ليسين	٥,١	٤,٨	٥,٣ - ٦,٠	٥,٠
ميثيونين *	٢,٣	٤,٩	٣,١ - ٤,٠	٤,٠
فينيل الانين * *	لم تقدر	لم تقدر	٤,٩ - ٥,٢	٥,١
ثريونين	٢,٢	٣,٦	٣,٣ - ٣,٩	٢,٢
تربتوفان	٠,٥	١,٠	٠,٦ - ٠,٨	٠,٥
ڤالين	٣,٨	٣,٦	٢,٩ - ٣,٦	٣,٢

* ميثيونين + سيستين (١/٣ هذه الاحتياجات على الأقل ميثيونين) .

* * فينيل ألانين + تيروزين (١/٢ هذه الاحتياجات على الأقل من الفينيل ألانين) .

هذا وتختلف معاملات هضم الأحماض الأمينية باختلاف مصادرها كالتالى :

مادة العلف	مسحوق سمك	مسحوق دواجن مخلفات مجازر	مسحوق حيوانات
٪ بروتين خام	٨٩,١	٧٧,٦	٧٥,٥
٪ هضم أحماض أمينية كلية	٩١,٦	٨١,٨	٧٥,٦

وعليه أيضا تختلف معاملات هضم الأحماض الأمينية المنفردة المختلفة باختلاف مصدرها .

رابعاً : الدهــون Fats :

هناك علاقة مابين طاقة العليقة والاستفادة من بروتينها ، فأفضل نمو فى القراميط كان على عليقة تحتوى ١١,٥ ميجاجول / كجم و ٢٤ ٪ بروتين أو ١٤,٣ ميجاجول / كجم مع ٢٨ - ٣٢ ٪ بروتين ، وبإضافة ١٨ ٪ دهن إلى عليقة المبروك أمكن خفض بروتينها من ٤٥ إلى ٢٩ ٪ دون انخفاض فى نمو الجسم . فتوفير مصدر طاقة فى العليقة يوفر البروتين للنمو ولايجعل الأسماك تستخدم بروتين العليقة لإنتاج الطاقة . بينما زيادة مصادر الطاقة فى العليقة تؤثر سلبيا على الاستفادة من بروتين العليقة ، إذ

تستهلك الاسماك من الطيقة حتى تغطى احتياجاتها الحرارية فلا تستفيد من بروتين الطيقة لقلة المستهلك منها ، ومن التاثيرات السلبية كذلك لزيادة طاقة الطيقة هو زيادة كمية دهن الجسم وهو أمر غير مرغوب يؤدى إلى إنتاج أسماك منخفضة التصافى .

وعلى كل حال فإن الاحتياجات الحرارية للسمك أقل كثيراً منها للحيوانات الأرضية ، لذلك تتناول الأسماك نسبة بروتين : طاقة ضيقة جدا .

وفيما يلى الطاقة الميتابوليزمية لبعض الأعلاف (بالميجاجول / كجم) المستخدمة للمبروك :

مـــادة العلف	الطاقة الميتابوليزمية
أذرة	١٤,٥
قمـــــــح	١٣,٠
نواتج طحن قمح	٨,٨٦
كسب فول صويا	١١,١
كسب بذرة قطن	١١,١
مسحوق سمك	١٤,٦
مسحوق لحم دواجن	١٤,٨
مسحوق ريش	١٢,١
فرشة دواجن	٦,٢٧
مسحوق برسيم حجازى	٧,٥٢
زيت أو دهن	٣٣,٤-٣٧,٦

وتستخدم جداول الطاقة لأعلاف الدواجن عند حساب احتياجات الأسماك ، وفى ذلك خطأ ناتج من الفرق بين الدواجن والأسماك فى أن الأولى تنتج حمض اليوريك (به ٢٥ ٪ من طاقة بروتين الطيقة) بينما السمك ينتج أمونيا (معدومة الطاقة تقريبا) ، علاوة على أن تخليق وإخراج حمض اليوريك يتطلب طاقة ، وإخراج السمك للأمونيا فى الماء عن طريق الخياشيم لايتطلب طاقة .

وتتطلب الأسمـــاك الدهون Lipids كمصدر للطاقة والنمو ولحفظ تركيب ووظيفة الأغشية الخلوية (والمسئول عن ذلك محتوى الدهـــون من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع) ، ومعروف منذ القدم أن الدهون تلعب دورا كبيرا فى كيمياء الحيوانات المائية وعلى الأخص البحرية منها ، وذلك راجع لتميز الزيوت البحرية (عن الدهون للحيوانات الأرضية) بغناها بالفيتامينات الذائبة فى الدهون والأحماض الدهنية غير المشبعة العالية ، ولأن عديد من الحيوانات البحرية تحتوى كميات كبيرة من الزيوت سهلة الاستخلاص كزيت كبد الحوت . مما يستلزم ضرورة توفير الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة فى غذاء هذه الأسماك . ووجود كميات كبيرة من الزيت فى الأسماك يعنى أن الدهون (أكثر من الكربوهيدرات) هى

المخزون المفضل للطاقة فى الأسماك فى بيئتها الطبيعية ، وهذه تنطبق على كل الأسماك وخاصة البحرية منها .

وتعتبر استرات الشموع مصادر دهن غذائى عادية لكثير من الأسماك كالأسماك البحرية المغذاة على الهوائم الحيوانية التى يخزن فيها الدهن فى صورة استرات شمع أساسا (٣/١ - ٣/٢ وزنها الجاف) رغم أن استرات الشمع غير محبة للماء Hydrophobic بشكل أقوى من الجليسرولات ثلاثية الأسيل وعليه فهى أكثر صعوبة فى استحلابها لكن لعصائر أمعاء الأسماك البحرية القدرة على تحليلها وربط نواتج تحللها بدهون الأنسجة ، وإن كان هضم استرات الشموع يتباين بشدة باختلاف الأنواع السمكية إذ يتوقف على شكل الأمعاء ومدى وجود الزوائد الأعورية التى توفر إطالة وقت الامتصاص للغذاء فى الأمعاء لضمان تحلل كامل لاسترات الشمع ، بينما لاتوجد استرات الشمع بأى تركيز ملموس فى بيئة المياه العذبة وبالتالى فلا تستهلكها أسماك الماء العذب بل تستهلك الجليسريدات الثلاثية كمكون أساسى لدهنها . ويؤثر مستوى دهن العليقة على تركيب جسم السمك ، فزيادة دهن العليقة تزيد من دهن الجسم وتخفض من محتواه البروتينى والمعدنى ، وزيادة تخزين الدهون فى السمك تؤدى إلى مشاكل فى التخزين (للأكسدة الذاتية للدهون) والتسويق (طعم سمكى) وصحة الإنسان (كثير من الكيماويات السامة تنوب وتتراكم فى دهن السمك) ، وزيادة دهن عليقة الأسماك فى حدوده المثلى تحسن من التحويل الغذائى (ولكن ربما تؤدى زيادة دهن العليقة إلى إتلاف الكبد وربما نفوق السمك خاصة لو كان الزيت زنخا أو متأكسدا) وإن كان دهن السمك يتأثر كذلك بدرجة حرارة الماء ومعدل النمو وكثافة السمك فى الماء والنضج الجنسى بجانب مكونات العليقة وتركيبها والاستعداد الوراثى . وهناك علاقة وثيقة بين رقم اليود لدهن السمك ورقم اليود لدهن العليقة المقدمة للسمك (رغم أن بعض أنواع الأسماك يمكنها تخليق الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع من مصادر غير دهنية) ، ويؤثر دهن العليقة على لون سيرم بعض الأسماك والذى يتلون بالأخضر المزرق لاحتوائه على معقد بروتينى ذو صبغة يحتوى على جزء كبير من الدهون وهذا اللون يتوقف على الموسمية التى تؤثر فى نوع وكمية الغذاء ، وتستخدم فى تغذية الأسماك دهون عديدة كزيت السمك وزيت الصويا وزيت أذرة وزيت زيتون ودهن الخنزير ودهن البقر وكذلك خليط زيت السمك مع الدهون الحيوانية وذلك فى حدود نسبة ١٠ - ٢٠ ٪ بدون تأثيرات سلبية على النمو ، مع احتوائها على الكميات المتطلبة من الأحماض الدهنية الأساسية وعلى أن تكون الدهون مهضومة أى منخفضة نقطة الانصهار إذ تتوقف معاملات هضم الدهون على درجة عدم التشبع أو نقطة الانصهار (أكثر مما تتوقف على مصدرها نباتى أو حيوانى) فإذا كانت درجة الانصهار لدهن العليقة أعلى من درجة حرارة البيئة يكون الدهن منخفض الهضم . ويراعى عدم استخدام الدهون الزنخة Rancid وكذلك زيت بذور القطن (لمحتواه من الحمض الدهنى الحلقى السام Cyclopropene fattyacid) فى تغذية الأسماك الحساسة لذلك .

ومن الضرورى توفير احتياجات السمك من **الأحماض الدهنية الضرورية** Essential Fatty Acids ، وهى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة (خاصة حمض اللينولينيك Linolenic

Acid) والتى تتطلبها الأسماك بنسبة ١ ٪ من كل من حمض اللينولينيك وحمض اللينوليك Linolic Acid ، فهذا الخليط أفضل فى تأثيره على نمو الأسماك عن إضافة أى من الحمضين كل على حدة (واللذان لاتخلقهما الأسماك) . وزيادة مستوى دهن العليقة يزيد الاحتياج من الأحماض الدهنية الضرورية . واحتياجات أسماك البلطى الأخضر من اللينوليك (أكثر من اللينولينيك) تبلغ حوالى ١ ٪ من العليقة ، والمبروك ١٪ لينولينيك و ١٪ لينوليك . وقد يعبر عن الاحتياجات من الأحماض الدهنية الضرورية كنسبة من دهن العليقة كأن يقال : إن التروات مثلا يحتاج إلى حمض اللينولينيك بنسبة ٢٠ ٪ من دهن العليقة أو بنسبة ٢,٧ ٪ من الطاقة الكلية للعليقة .

ويتوقف عموما الاحتياجات من الأحماض الدهنية الأساسية للأسماك على عمر السمك وظروف المياه والعليقة ، فاليرقات احتياجاتها عالية بالنسبة لفترات العمر الأخرى ، أسماك المياه المالحة تعجز عن تخليق هذه الأحماض عن أسماك الماء العذب ، لذلك فاحتياجاتها أعلى من احتياجات أسماك الماء العذب .

ودهن الغذاء يؤثر على طعم لحم السمك ، لذا يجب المحافظة على حد أدنى من الدهن فى العليقة لايجب الانخفاض عنه .

خامسا : الكربوهيدرات Carbohydrates :

تلعب الكربوهيدرات دورا أقل أهمية فى الأسماك عنه فى الثدييات ، لذا فإنه لمن غير المعتاد أن تكون علائق السمك غنية بالكربوهيدرات ، فعليقة العديد من أنواع السمك تتكون غالبا من البروتين فقط تقريبا ، إذ أن معظم طاقة السمك اللازمة للسباحة تستمدها من أكسدة الدهون أو الجلوكوز الناتج من الأحماض الأمينية ، إلا أن إضافة نسبة من الكربوهيدرات فى عليقة السمك يوفر من أستخدام بروتينها كمصدر للطاقة (غالى الثمن) ، كما يمكن إحلال مستويات أعلى نسبيا من الكربوهيدرات محل الدهون جزئيا فى علائق السمك دون خفض معدلات النمو أو الكفاءة التحويلية . والسمك عموما أقل قدرة عن الثدييات فى تمثيله للجلوكوز وذلك لنقص نشاط إنزيمات الهكسوكيناز ، وإن كانت الأسماك فى استفادتها من الطاقة تتشابة مع مايحدث فى الثدييات المريضة بمرض السكر Diabetic Mammals ومن هنا تأتى أهمية البروتينات فى أكسدة أحماضها الأمينية وتدخل فى تخليق الدهون التى تخزن بالكبد وإنتاج الطاقة فى الأسماك .

ورغم إنخفاض الطاقة المتولدة عن حرق الكربوهيدرات بالنسبة لطاقة الدهون والبروتينات ، إلا أن الكربوهيدرات تعتبر أرخص مصادر الطاقة فى العليقة . ومصادر الكربوهيدرات أساسا الحبوب ومخلفاتها. ولايوجد مستوى فعلى موصى به من الكربوهيدرات فى علائق الأسماك (لأنها يمكن تخليقها من مصادر الدهون والبروتين الغذائية) إلا أن إضافتها لها فعل موفر للبروتين Protein - Sparing Action (كما ذكر من قبل) وللدهن كمصدر للطاقة (إذ توفر الأحماض الأمينية والدهنية لأغراض النمو) ، كما تزيد الكربوهيدرات من حجم العليقة وتربط مكوناتها . وللأسماك آكلة العشب ومتنوعة التغذية قدرة كبيرة على

الاستفادة من الكربوهيدرات فيمكن تغذيتها على نسبة عالية من الكربوهيدرات حتى ٥٠ ٪ وأكثر بشرط ألا يكون ذلك عقب صيام شديد ، إذ تؤدى العلائق الفنية بالكربوهيدرات إلى نسبة عالية من النفوق بين أسماك المبروك عند تقديمها للسمك بعد صيام شديد . كما تتوقف استفادة المبروك من المصادر الكربوهيدراتية على تكرار التغذية ، وإن كان معدل النمو عند التغذية على المالتوز أو الجلوكوز يتساوى أو يفوق معدل النمو عند التغذية على النشا .

والأسماك آكلة اللحوم لاتحتمل التغذية المرتفعة الكربوهيدرات ، وإن أمكن أقلمتها تدريجيا ولمدى معين على الاستفادة من كربوهيدرات العليقة . فأسماك السالمون لاينبغى زيادة كربوهيدرات عليقتها عن ١٢ ٪ وإلا زادت نسبة النفوق ، ويزيد مستوى جلوكوز دمائها أى تتفاعل كمرضى السكر Diabetics . وأسماك التراوت يمكن زيادة كربوهيدرات علائقها إلى ١٥ – ٣٠ ٪ دون تأثيرات ضارة على النمو والحيوية وإن أدى هذا المستوى من الجلوكوز إلى زيادة دهن الأحشاء وجليكوچين الكبد ، إذ أنه على درجة الحرارة المنخفضة تقل الاستفادة من الكربوهيدرات مؤدية إلى زيادة تخزين الجليكوچين فى الكبد ودليل الكبد الجسمى (وإن كانت زيادة جليكوچين الكبد ودليل الكبد الجسمى Hepato - Somatic Index (وزن الكبد / وزن الجسم × ١٠٠) مرتبطان بانخفاض تحمل سموم الماء وتلف وظائف الكبد) . وتهضم أسماك التراوت الكربوهيدرات بمعدلات متباينة فالجلوكوز تهضمه بمعدل ٩٩ ٪ ، والمالتوز ٩٢ ٪ ، السكروز ٧٣ ٪ ، اللاكتوز ٦٠ ٪ ، النشا المطبوخ ٥٧ ٪ ، النشا الخام ٣٨ ٪ ، فالكربوهيدرات الأكثر هضما هى السكريات الأحادية يليها السكريات الثنائية فعديدات التسكر البسيطة ثم الدكسترين والنشا . ويهضم المبروك فى المتوسط ٨٥٪ من النشا (إذا كان فى حدود ١٩ – ٤٨ ٪ من العليقة) . ويرتبط نشاط السليولاز بميكروفلورا القناة الهضمية حتى مع حبس السمك فى أحواض وتغذيته على المحبيات . وعموما فالأسماك ليس لديها قدرة على تمثيل الجلوكوز غذائيا بسرعة ، ومبروك الحشائش أقدر على الاستفادة من الجلوكوز يليه ثعبان السمك ثم المبروك فالتراوت . وعلى ذلك فالأسماك عند صيامها لاستنزف جليكوچين أكبادها بسرعة كما لايختلف تركيز جلوكوز دمائها حتى بعد صيام فتره طويلة . وقد يتوقف معدل أكسدة الجلوكوز على محتوى العليقة من البروتين فزيادة مستوى البروتين (٥٠ ٪) تخفض معنويا من أكسدة الجلوكوز عنه على ١٠ ٪ بروتين (مع ارتفاع النشا) لأن الأحماض الأمينية تتفوق على الجلوكز كمصدر للطاقة فى الأسماك .

ونظرا لارتفاع أسعار مسحوق السمك كأهم مصدر بروتين حيوانى فى علائق الأسماك ، فإنه غالبا مايضطر إلى إحلال البروتينات النباتية جزئيا محل مسحوق السمك ، ولذا تتوفر الألياف فى علائق السمك بدخولها مع الأكساب والحبوب والمنتجات الجانبية للتصنيع الزراعى فى علائق الأسماك . إلا أن المعلومات محدودة عن الاحتياجات الغذائية من الألياف للأسماك ، لذا يصعب تقييم مثل هذه المواد . إلا أنه تستخدم عادة مخلفات الحقول والمصانع ومزارع الدواجن والحيوانات المختلفة والمنازل والمطاعم وغيرها ، سواء كما هى أو بعد معاملتها بطرق مختلفة لتغذية الأسماك رغم غناها بالألياف ، فهى قد تتناسب مع طرق الإنتاج السمكى لكن غير المكثفة . وقد وجد أن إضافة القليل من السليلوز إلى علائق السالمون تزيد من النمو وكفاءة الاستفادة من البروتين ، كما وجد أن أفضل مستوى من السليلوز فى علائق القراميط هو ٢١ ٪ ، وإن كان وجود السليلوز فى صورة نقية (الفاسليلوز) كان قليل القيمة الغذائية فى علائق القراميط (أو المبروك

العادى أو التراوت التى أضيف إلى علائقها حتى ٢٠ ٪ منه فكان عديم الهضم ، بل خفض من نمو التراوت مقارنة بالعلائق غير المضاف إليها ألياف) ، والمبروك العادى له درجة عالية فى هضم ألياف العليقة تتراوح مابين ٢٥ - ٨٩ ٪ حسب نوع مادة العلف ودرجة طحنها ، فكلما زاد الطحن نعومة زاد معامل هضم الألياف، وإن كانت نتائج الأبحاث متباينة طبقا لنوع السمك ومصدر الألياف ذاتها ومستواها ومستوى البروتين ومصادر الطاقة الأخرى فى العليقة ومدى تخفيف العليقة ككل واستهلاكها وتفريغ المعدة والاستفادة من المغنيات بجانب فترة الأقلمة على هذه التغذية .

سادسا : الڤيتامينات Vitamins :

عوامل نمو أساسية لعدم إمكانية تخليقها أو لتخليقها بمعدل غير كاف لاحتياجات السمك ، وهى مركبات عضوية تتطلبها الأسماك بكميات صغيرة للنمو الطبيعى واكتمال الصحة وسلامة التناسل والميتابوليزم ، والڤيتامينات جزء من الأنظمة المساعدة الإنزيمية Coenzyme Systems فى العمليات البيوكيماوية Biochemical Pathways فى الأسماك كما فى الحيوانات الأخرى . وتتحصل الأسماك على الڤيتامينات فى غذائها وتخزن بعضها فى الكبد ، ولاتعتمد على تخليقها لهذه الڤيتامينات لعدم ثبات تركيب فلورا الأمعاء (التى تخلق بعض الڤيتامينات) فى أى فحص يجرى على السمك . وعموما فكل ڤيتامين يحتاجه الإنسان يعتبر كذلك ضروريا للأسماك . وتتأثر الاحتياجات الڤيتامينية بحجم الأسماك وعمرها ومعدل نموها والضغوط البيئية وظروف المياه والعليقة . والڤيتامينات مجموعتان ، إحداهما ذائبة فى الدهون والأخرى ذائبة فى الماء .

١ - الڤيتامينات الذائبة فى الدهون Fat- Soluble Vitamins :

وتشتمل على أربعة ڤيتامينات (أ ، د ، هـ ، ك) . وهى ضرورية لحفظ التركيب الطبيعى ووظائف العين والغياشيم وسلامة التراكيب الهيكلية والطلائية المتطورة . وتختلف الأنواع السمكية من حيث قدرتها على الاستفادة من مولدات (أحجار البناء الأولية) الڤيتامينات ، فهناك العديد من الأنواع (غير السالمونات) يمكنها تحويل ڤيتامين أ١ (A_1) إلى أ٢ (A_2) والعكس بالعكس ، كما تخلقهما من الكاروتينويدات Carotinoids فى العليقة ، كما تستفيد الأسماك من الكاروتينويدات المؤكسدة كالأستا اكسانثين Astaxanthine الذى تتحصل عليه الأسماك بكميات كبيرة عند تغذيتها على القشريات .

وتختلف الأسماك من حيث قدرتها على تحويل هذه الصبغات ، فإما أن :

١ - لاتغير من الصبغة بل تخزنها فقط .

٢ - أو أن تحدث بعض التغييرات كتحويل البيتاكاروتين إلى استا اكزانثين .

٣ - أو تكوين استا اكزانثين لكن ليس من البيتاكاروتين ، إذ يمكن تكوينه من اللوتئين Lutein والزيا اكزانثين Zeaxanthin .

وتقوم الأسماك بإنتاج نسب مختلفة من الصبغات البصرية (الحساسة للضوء والتي يدخل الريتينول Retinol (فيتامين أ $_1$) في تخليقها) بإختلاف المواسم أي باختلاف زاوية سقوط أشعة الشمس على الأفق ، وتنفرد الأسماك بإمكانيتها تكوين سلسلة منفصلة من الصبغات البصرية من الديهيدرو ريتينول (فيتامين أ$_2$) لتحقيق حساسية إضافية للطرف الأحمر من الطيف عند معيشتها في الماء العذب . هذا ويمكن تخليق اللوتئين Lutein والبيتاكاروتين B-Carotine ولحد ما كذلك الكانثا اكسانثين Canthaxanthine من مشتقات أخرى ، وترجع الأهمية التجارية لتخزين الكاروتينويدات إلى إعطائها اللون المقبول لحم السمك للأكل وكذلك الألوان البراقة في الجلد لسمك المعارض ، وعلى ذلك فللحصول على لون لحم سالمون مرغوب تضاف مخلفات الجمبري أو الكانثا اكسانثين المخلق إلى العلائق ، إذ يميز المستهلك السالمون أساسا من لونه وعليه يتوقف سعر السالمون المتزايد على مستوى التلوين الحادث في الأسماك .

ولايخضع فيتامين (د) في السمك إلى التخليق عند التعرض للشمس كما في الثدييات ، فهناك أسماك لاتتعرض بتاتا أو قد تتعرض نادرا للشمس ورغم ذلك يخزن فيتامين (د) (فلربما لدى هذه الأنواع القدرة على تخليقة) وعلى العكس من ذلك فسمك الذهب المعرض بشدة لضوء الشمس يحتوى قليل أو قد لايحتوى على هذا الفيتامين . ووجود فيتامين (D) في السمك لايرتبط بتكوين العظام ، إذ أن عديد من أنواع السمك عديمة الهيكل العظمي وتختزن فيتامين (د) لحد ما ، وإن كان فيتامين (D_3) (كوليكالسيفيرول) ضروري للنمو الطبيعي لهيكل أنواع أخرى من الأسماك ، علاوة على أن (D_3) حجر بناء (مولد Precursor) لهرمون ١ - ٢٥ - دي هيدروكسي د$_3$ الذي يتدخل في امتصاص الكالسيوم والفوسفور . ولم تثبت بعد الاحتياجات من فيتامين (د) للمبروك .

والفيتامين هـ (E) Tocopherol متطلب للنمو الطبيعي للسمك وكمضاد للأكسدة فيمنع تجزيء الفوسفوليبيدات في الأغشية البيولوجية . وإضافته إلى علائق أسماك الذيل الأصفر المستزرع في اليابان تجعلها تتحمل أنخفاض الأوكسچين الذائب في الماء إذ أن فيتامين (هـ) يزيد الاستفادة من الأوكسچين في الأسماك المستزرعة . وتتوقف الاحتياجات منه على مستوى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع في العليقة .

ولم يظهر فيتامين ك (K) أي تأثير على النمو وحيوية السمك .

ب - الفيتامينات الذائبة في الماء Water -Soluble Vitamins :

وتحتوى مجموعة كبيرة (١١) من الفيتامينات التي تذوب في الماء ، لذا فتتوقف احتياجات السمك من هذه الفيتامينات على مدى ثبات العلف في الماء ومدة تعرضه للماء قبل الأكل .

فمجموعة فيتامين (ب) المركب B - Complex-group أو الخميرة تؤدي إلى زيادة حيوية المبروك الهندي وزيادة نموه معنويا . وفيتامينات - ب - المركبه تشكل مركبات أساسية لمختلف المساعدات الإنزيمية Coenzymes وعادة تتفاعل فيما بينها تعاونيا Synergistically وهي مسئولة عن حفظ وظائف النمو .

واحتياجات أسماك المبروك من ڤيتامينات (ب) أقل من احتياجات السالمون . **الثيامين** Thiamine (ب$_1$ – B_1) هام لآكلات العشب لأن احتياجه مرتبط باستهلاك الكربوهيدرات ، فتظهر أعراض نقصه فى المبروك بارتفاع محتوى العليقة من الكربوهيدرات أو مضادات الثيامين ، وإن ذكر آخرون أن احتياجات المبروك من الثيامين منخفضة علاوة على مقاومة المبروك لمضادات الثيامين . وللثيامين تأثير على نمو السمك ونشاط إنـزيم Erythrocyte Transketolase فى أسـمـاك التـربوت . **والريبو فلاڤين** ومشتقاته حيوية لكل الحيوانات بما فيها الأسماك لأنها تعمل كمستقبلات لأيون الهيدروچين فى كثير من الأنظمة الإنزيمية فى سلسلة نقل الألكترون . ونقص الريبو فلاڤين (ب$_2$) Riboflavin (B_2) فى العليقة يصاحبه نقص الڤيتامين فى لحوم الأسماك . وترتبط احتياجات البيريدوكسين (ب$_6$ – B_6) Pyridoxine ببروتين العليقة وعليه فهو هام للأسـمـاك آكلة اللحـوم . **البيوتين** Biotin أو ڤيتـامين (H) جـزء أسـاسى من الأنظمـة الإنزيميـة المنظمـة للتفاعلات التى يدخلها مجاميع الكربوكسيل الحيوية Vital Carboxylation ومنها بيروڤات كربوكسيلاز (الذى يدخل فى تخليق الجلوكوز من غير المصادر الكربوهيدراتية) واسيتيل مساعد انزيم (أ) كربوكسيلاز Acetyl CoA Carboxylase الهام فى تحلل الدهون ، وعليه فيلعب البيوتين دورا أساسيا فى ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون وفى تخليق مختلف البروتينات . وللأسماك احتيـاجـات من البيـوتين (وإلا ظهرت أعراض نقصه) تضاف عادة فى الإنتاج المكثف من الأسماك المختلفة . **والفولات** أو حمض الفوليك Folic Acid لم تثبت أهميته لأسمـاك المبروك رغم إضافته إلى علائق الأسماك . والاينوسيتول Inositol (أو الانسيتال Insital أو الميواينوسيتول Myoinositol) مـركب بنائى للأنسجة الحية . أن الميزواينوسيت هام فى ميتابوليزم الكربوهيدرات ، وينتمى إلى مجموعة ڤيتامينات (ب) ، وله خواص محبة للدهون كذلك مما يجعل له دورا فى ميتابوليزم الدهون ، كما له دور فى حفظ وظائف القناة الهضمية ، كما يمنع مرض الكبد الدهنى Fatty Liver وتراكم الكوليسترول فى الكبد ، ويحسن التحويل الغذائى ، ويمنع أعراض الأنيميا ، إذ يزيد هيموجلوبين الدم والنسبة الحجمية لجسيمات الدم Haematocrit وعدد كرات الدم الحمراء ، ويزيد انتعاش السمك ونموه ، ولايخفض الميزواينوسيت فقط من دهن الكبد ، بل خفض كذلك من الرقم اليودى له بمعنى خفضه للأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط الزوجية ، وهذا كله يعكس التأثير الموجب للميزواينوسيت على الصحة ، وفى حالة الظروف المضطربة فإنه يقلل من تأثيرها على ميتابوليزم الكبد ، كما فى حالة مرض تلف الكبد الدهنى الذى تشفى منه الأسماك بإضافة هذا الڤيتامين . أما **النياسين** Niacin أو حمض النيكوتينيك Nicotinic Acid فيلعب دورا هاما كمكـون أسـاسى فى مسـاعدات الإنزيم NAD و NADP الناقلة للهيـدروچين والتى تدخل فى عدد من تفـاعـلات الأكسـدة والاختزال . ولما كان التربتوفان ليس حجر بناء كفء للنياسين فى عدين من أنواع السمك (لذا يجب توفيره فى العليقة) وذلك لانخفاض نسبة إنزيم حمض ٣- هيدروكسى أنثرانيليك أوكسيچيناز إلى إنزيم حمـض بيكولينيك كربوكسيـلاز فى الكبـد (ارتفاع هذه النسبة يدل على كفاءة تحويل الحمض الأمينى تريتو فان إلى ڤيتـامين النيـاسين) . **وڤيتامين ب$_{12}$** (B_{12}) أو السيـانوكوبال أمين Cyanocobalamine فهو ضرورى للنمو وتكوين الدم والأنسجة العصبية ، ولايشترط إضافته فى علائق بعض الأسماك للمياه الدافئة

كالقرموط والبلطي النيلي والمبروك وغيرها من أسماك الماء العذب (وكذا حمض الفوليك وفيتامينات د ، ك) لقدرة هذه الأسماك على تخليقها بفعل الكائنات الدقيقة في أمعائها .

ويستكمل **فيتامين ج** (C) أو حمض الاسكوربيك Ascorbic Acid مجموعة الفيتامينات الذائبة في الماء . والأسماك من الفقاريات التي يعوزها تخليق هذا الفيتامين (مما يستلزم احتواء الغذاء عليه لمنع أعراض مرض الإسقربوط Scurvy) لعوزها إنزيم جلونولاكتون أو كسيداز L-Gulonolactone Oxidase اللازم للتخليق الحيوى للاسكوربات Ascorbate من الجلوكوز وغيره . وإن كانت لبعض الأسماك (كالقراميط) قدرة على تخليق بعض من فيتامين (ج) أو مركبات لها قدرة تخليق الكولاچين ، وللمبروك قدرة على تحويل الجلوكوز والجلوكورونولاكتون إلى حمض اسكوربيك لوجود إنزيم الجلوكونولاكتون أو كسيداز في البنكرياس الكبدى للمبروك ، وعليه فلا يحتاج المبروك لإضافة هذا الفيتامين إلى العليقة . وللفيتامين دور في عملية هيدركسلة Hydroxylation الأحماض الأمينية الليسين والبرولين في الكولاچين (بروتين مكون أساسى للأنسجة الضامة) في العظام والغضاريف والجلد ، وكذا الهيدركسلة في تخليق الكارنيتين Carnitine ، وهيدركسلة العقاقير والسموم كمبيدات الحشرات العضوية المكلورة Organochlorine Pesticides وإزالة سميتها في الكبد وزيادة الفيتامين في العليقة تخفض من تركيز المبيدات الحشرية في جسم السمك فهو عامل لإزالة السمية ، كما يقلل الفيتامين من الإصابات المرضية فينخفض النفوق عند الإصابات البكتيرية بزيادة تركيز الفيتامين في العليقة لتقويته للجهاز المناعي للسمك . ويتحكم الفيتامين في انتشار الحديد داخل الطحال وإعادة توزيع مخزون الحديد ، أى يلعب دورا في ميتابوليزم الحديد والمعادن الهامة فيما عدا النحاس ويضاد التسمم بالمعادن الثقيلة . ويؤثر الحمض كذلك على التناسل والأقلمة ومقاومة الأمراض والضغوط Stresses المختلفة . لذلك تتوقف احتياجات السمك منه على حجم السمك وحالته الفسيولوچية والعوامل البيئية والتداخلات الغذائية ، والاحتياجات للنمو أقل من الاحتياجات لمقاومة الأمراض والضغوط البيئية . ونظرا لأكسدة الفيتامين في وجود المؤكسدات التي تشجعها وجود الرطوبة والحرارة والضوء ، فيحافظ على ثباته بحماية العلف طبيعيا وكيماويا من عوامل الأكسدة مع إضافته إلى العلائق بكميات كافية (وإن كان هناك تعارض في ضرورة إضافته إلى علائق المبروك على أساس مقدرته على تخليق حمض الأسكوربيك من الجلوكوز والجلوكورونولاكتون ، إلا أن المبروك الهندى يتطلب إضافات من الفيتامين بمقدار ٦٥٠ – ٧٥٠ مجم / كجم عليقة وإلا ظهرت أعراض نقصه) . ويحمى الفيتامين لأعلاف الأسماك بتغليفه بالشموع والدهون ، أو بأسترته ، ويعد كبريتات أسكوربيل L-Ascorbyl - 2 - Sulfate أكثر المشتقات ثباتا وإن كان نشاطه يعادل نشاط الفيتامين في صغار التراوت قوس قزح ، إلا أنه ١/٤ نشاط الفيتامين بالنسبة لنمو القراميط . وأحدث مشتق للفيتامين هو إستر الفوسفات أو فوسفات أسكوربيل L- Ascorbyl – 2 – Monophosphate ، وثبت نجاح فعله مع القراميط لكن يحد ارتفاع سعره من استخدامه اقتصاديا في أعلاف الأسماك رغم ثباته .

والمركب الأكثر ثباتا عن حمض الأسكوربيك سواء للحرارة أو للرطوبة هو استر مشتق عديد الفوسفات أسكوربيل L-Ascorbyl - 2- Polyphosphate الذى يناسب تكعيب العلف وضغطة وندفه Flaked Feed ، ويتوقف الاستفادة منه على وفرة إنزيم الفوسفاتاز ليحرر الفوسفات العامية للفيتامين ، وهذا النشاط الإنزيمى يختلف باختلاف أنوا ع الأسماك والظروف البيئية .

والفيتامين (ج) أهمية فى التفاعلات البيوكيماوية الخاصة بكل المجاميع الغذائية (بروتينات – دهون – كربوهيدرات – فيتامينات أخرى – هرمونات – معادن – نيوكلوتيدات – مجاميع تحمل السلفهيدريل ، فله تأثير موفر Sparing Effect لمختلف فيتامينات مجموعة (ب) وفيتامين (هـ) ، كما يتدخل فى تخليق الستيرويدات ويساعد فى منع أكسدة الأدرينالينات ومختلف النيوكليوتيدات ونواتج الميتابوليزم الأخرى . فكفاية الفيتامين متطلبة لحيوية ونمو السمك وكفاءة تحويله الغذائى ومنع التسمم وضرورى للخصوبة والفقس والمقاومة الأمراض وتكوين الغضاريف والعظام وميتابوليزم المعادن وإصلاح وتخليق أغشية الأنسجة والتئام الجروح . فلارتفا ع محتوى أعضاء التناسل من الفيتامين ، ولدخول الفيتامين فى تخليق الهرمونات الإستيرويدية ، فزيادة تركيز الفيتامين فى علائق الأمهات تزيد فقس الزريعة وتزيد تركيز الفيتامين فى البيض وتزيد خصوبته .

والاحتياجات من هذا الفيتامين متسعة جدا (٢٠ – ٤٠٠ مجم / كجم عليقة) حسب نوع السمك ونموه وحالته الصحية وعمره ، فهى للقراميط ٣٠ – ٦٠ مجم / كجم علف حسب النمو الطبيعى (٣٠) أو لشفاء الجروح (٦٠) ، ويقل الاحتياج للفيتامين بزيادة عمر السمك ويجب إضافته بكم أكبر من احتياجاته الدنيا فى الإنتاج المكثف وأمراض التغذية والتلوث والأمراض والتلف الذى قد يطرأ عليه بتصنيع وتخزين العلف . وفيما يلى بعض التوصيات بالاحتياجات الفيتامينية المختلفة للأسماك :

لقد وضع مجلس البحوث القومى NRC , 1977 & 1981 اقتراحاً بالاحتياجات الفيتامينية اللازمة لنمو الأسماك على النحو التالى (وحدة دولية أو مجم / كجم عليقة) :

الفيتـــــــامين		أسماك ماء بارد	أسماك ماء دافىء
فيتامين أ	وحدة دولية	٢٥٠٠٠	٥٥٠٠٠
فيتامين د	وحدة دولية	٢٤٠٠	١٠٠٠
فيتامين هـ	وحدة دولية	٣٠	٥٠
فيتامين ك	مجم	١٠	١٠
ثيامين	مجم	١٠	٢٠
ريبوفلافين	مجم	٢٠	٢٠
بيريدوكسين	مجم	١٠	٢٠
حمض بانتوثينيك	مجم	٤٠	٥٠
نياسين	مجم	١٥٠	١٠٠
بيوتين	مجم	١	٠,١
فولاسين (فولات)	مجم	٥	٥
فيتامين ب١٢	مجم	٠,٠٢	٠,٠٢
كولين	مجم	٣٠٠٠	٥٥٠
إينوسيتول	مجم	٤٠٠	١٠٠
حمض أسكوربيك	مجم	١٠٠	٣٠ – ١٠٠

كما وضعت شركة La Roche, 1976 السويسرية توصيات بمستويات الفيتامينات المتطلبة للأسماك ثم طورتها لعام ١٩٩٢ على النحو التالى (بالوحدة الدولية أو مجم / كجم علف جاف) طبقا لتوصيات عامى ١٩٧٦ ، ١٩٩٢ :

الفيتامين	المبروك وعائلته		سالمونات		ثعبان	
	١٩٧٦*	١٩٩٢***	١٩٧٦	١٩٩٢***	١٩٧٦**	١٩٩٢***
فيتامين (أ) وحدة دولية	٨٠٠٠	٨٠٠٠-١٢٠٠٠	١٥٠٠٠	٦٠٠٠-١٠٠٠٠	١٢٠٠٠	١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠
فيتامين د وحدة دولية	١٨٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠	٣٠٠٠	١٨٠٠-٢٠٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠
فيتامين هـ وحدة دولية	٤٠	١٠٠-٢٠٠	٨٠	١٥٠-٢٠٠	١٦٠	١٠٠-١٥٠
فيتامين ك٣ مجم	٣	٣-٦	٨	٣-٦	٤	٣-٦
فيتامين ب١ مجم	٦	١٠-٢٠	١٥	١٠-٢٠	٣٠	١٥-٢٥
فيتامين ب٢ مجم	٢٥	١٥-٢٠	٣٠	٢٠-٣٠	٦٠	٥٠-٦٠
حمض نيكوتينيك مجم	٧٠	٨٠-١٢٠	١٨٠	١٥٠-٢٠٠	٨٠	٨٠-١٢٠
حمض بانتوثينيك مجم	٦٠	٤٠-٤٥	٥٠	٥٠-٥٥	٦٠	٥٠-٥٥
فيتامين ب٦ مجم	٦	٨-١٢	١٥	١٠-١٥	٢٠	١٠-١٥
فيتامين ب١٢ مجم	٠,٠١	٠,٠٢-٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٣-٠,٠٥	٠,١٥	٠,١-٠,٢
حمض فوليك مجم	١	٣-٤	٥	٤-٦	٥	٤-٦
بيوتين مجم	٠,٢	٠,٥-١,٠	٢,٥	٠,٨-١,٠	٠,٨	٠,٣-٠,٥
كولين مجم	٨٠٠	٦٠٠-١٠٠٠	١٨٠٠	٦٠٠-١٠٠٠	٨٠٠	٨٠٠-١٢٠٠
إينوسيتول مجم	١٥٠	١٠٠-٢٠٠	١٠٠٠	٣٠٠-٤٠٠	١٥٠	١٠٠-٢٠٠
فيتامين ج مجم	١٥٠	٣٠٠-٥٠٠	٥٠٠	٦٠٠-٨٠٠	٣٠٠	٦٠٠-٨٠٠

* تزاد المقررات بمعدل ٥٠ ٪ فى حالة الزريعة وأسماك الآباء قبل وبعد التناسل .

** الصغار أقل من ٤ جم تزاد المقررات هذه (فيما عدا الفيتامينى أ ، د) ٣ أضعاف وللأصبعيات (٤ - ١٠ جم) تزاد مرتين فقط .

*** تزاد هذه المقررات بمعدل ٣٠ ٪ لزريعة المبروك والسالمون ، كما تزاد كل المقررات فى حالة الظروف غير المواتية ، كما تزاد مستويات الفيتامينات الحساسة التى تتلف عند التصنيع للعلف ، وهذه القيم (لعام ١٩٩٢) عالية عبارة عن فيتامينات نشطة ، ولتحويلها إلى أملاح الفيتامينات تستخدم معاملات التحويل التالية :

الفيتامين النشط	الكمية المكافئة من ملح الفيتامين
١ جم فيتامين (هـ)	١ جم الفا - توكوفيرول خلات
١ جم فيتامين (ك ٣)	٣,٠٣ جم ميناديون صوديوم بيكبريتيت معقد
	٢,٢ جم ميناديون دى ميثيل بيريميد ينول بيكبريتيت
	٢ جم ميناديون صوديوم بيكبريتيت
١ جم فيتامين (ب١)	١,٠٨٨ جم ثيامين أحادى نيترات
	١,١٢١ جم ثيامين هيدروكلوريد
١ جم فيتامين (ب٦)	١,٢١٥ جم بيريدوكسين هيدروكلوريد
١ جم حمض بانتوثينيك (د)	١,٠٨٧ جم كالسيوم (د ل) بانتوثينات
١ جم بيوتين	١ جم (د) بيوتين
١ جم كولين	١,١٥ جم كولين كلوريد

وموجود بالأسواق المحلية حاليا مخاليط فيتامينية ومعدنية تستخدم كإضافات لأعلاف الأسماك المختلفة بمعدلات حسب نوع السمك وعمره طبقا لتوصيات الشركات المنتجة للمخاليط .

مصادر الغذاء Feed Resources :

تتغذى الأسماك البرية فى بيئاتها الطبيعية على الأغذية الطبيعية المحيطة بها فى مواطن معيشتها أو هجرتها ، بينما بالاستزراع السمكى قد لاتكفى المصادر الطبيعية للغذاء للحصول على الإنتاج المنشود من الاستزراع ، لذا قد تضاف بعض الإضافات التكميلية للتغذية الطبيعية أو قد يعتمد كلية على المصادر الخارجية أى التغذية الصناعية .

وتنقسم الأجسام المائية من حيث حالتها الغذائية إلى :

١ - فقيرة التغذية Oligotrophic ، أى فقيرة فى المغذيات المعدنية الأساسية كالكالسيوم والفوسفور والنيتروجين ، وعليه فإنتاج المادة العضوية فقير كذلك ، والماء رائق وأزرق لو كان عميقا ، ويزداد محتوى الماء من الأكسجين الذائب فى عمقه .

٢ - غنية التغذية Eutrophic ، أى غنية بالعناصر الغذائية والتى تحدد الإنتاج الغزير من المادة العضوية . والماء عموما يكون قلويا ويشجع نمو العوالق بشده (لدرجة تحجب اختراق ضوء الشمس للماء وينعدم البناء الضوئى) والتى تعطى اللون الأخضر أو الأخضر البنى ، وينخفض تركيز الأوسكجين الذائب فى عمق الماء لكثرة النباتات الميتة لعدم وصول الشمس وأستهلاك

مادتها العضوية للأوكسجين ويتراكم كبريتيد الهيدروجين .

٣ - سيئة التغذية Dystrophic ، ماؤها غني بالمادة الدوبالية Humic Matter التى تنتشر فى شكل غروى هلامى ، والماء حمضى ، ولونه أصفر إلى بنى ، والوسط غير جيد الإنتاجية ، والنموات النباتية المائية بسيطة .

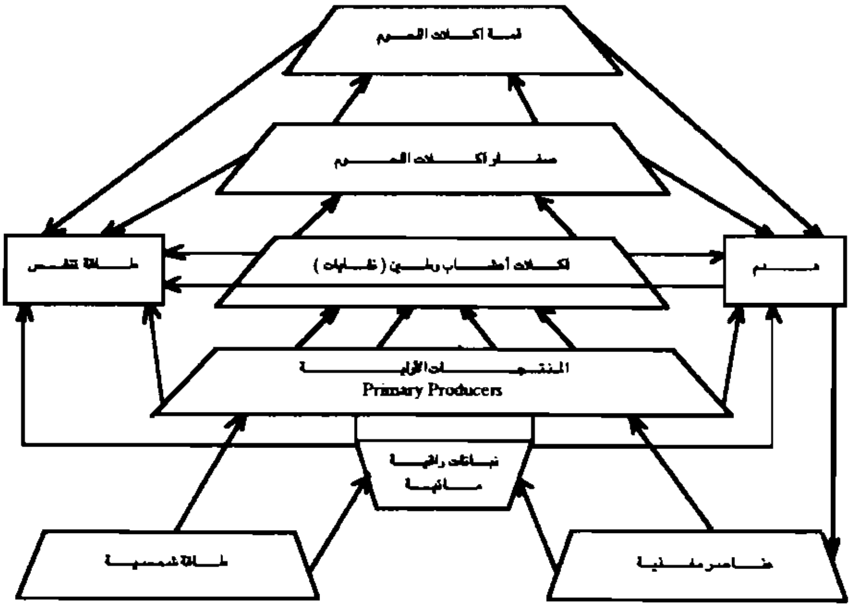
وطبقا لمصدر المواد الغذائية تنقسم الأجسام المائية إلى :

١ - أجسام تغذيتها ذاتية Autotrophic أو طبيعية من الجسم ذاته .

٢ - أجسام تغذيتها خارجية Heterotrophic ، أى يأتيها الغذاء من خارج الحوض باستخدام التغذية الصناعية أو الإضافات المختلفة .

أولا : المصادر الطبيعية Natural Resources :

تشكل المصادر الطبيعية لغذاء الأسماك مايحيط بها ويتعايش معها فى بيئتها من نباتات وطحالب وهوائم مختلفة ولافقاريات عديدة وكذا الأسماك ذاتها ، إذ تتغذى الأسماك الكبيرة عموما على الأسماك الصغيرة ، وهذه الأخيرة تتغذى على كائنات أصغر حجما من أصل حيوانى كالهوائم الحيوانية Zooplankton لايزيد طولها عن بضعة ملليمترات والتى تتغذى بدورها على كائنات أدق حجما تنتمى إلى أصل نباتى هى الهوائم النباتية Phytoplankton ، أى أن هناك سلسلة غذائية متصلة الحلقات يوضحها التصور التالى :

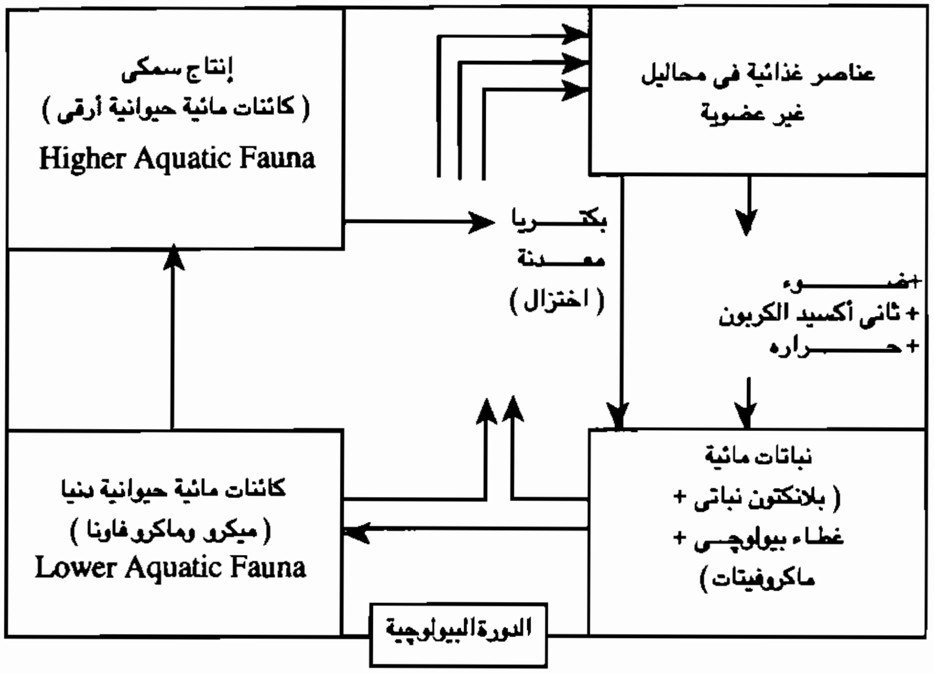


تخطيط يصور السلسلة الغذائية فى البيئة المائية

فالدورة البيولوجية العامة فى الماء تشمل المغذيات المعدنية والإنتاج النباتى والإنتاج الوسطى الحيوانى والإنتاج النهائى من الأسماك ، وكلها تتحلل بكتيريا إلى معادن لتستمر الدورة . فنتيجتها النهائية هى السمك واصل الدورة هو المغذيات المعدنية فى مخاليطها فى الماء ومصدرها المواد الذائبة فى الأرضية الملامسة للماء أو من المواد المحمولة إلى الماء بواسطة ماء المطر والنفايات . وبواسطة ضوء وحرارة الشمس تتمكن الكائنات النباتية من تحويل هذه المواد غير العضوية حمض الكربونيك فى الماء إلى مادة عضوية فى شكل أنسجة خضراء (نباتات راقية ودنيا كالطحالب الهائمة والغطاء البيولوجى) . والغطاء البيولوجى أو مايسمى Periphyton يتكون من كائنات حية ميكرسكوبية (مجهرية) Plankton نباتية وحيوانية تعيش على الأحجار والنباتات الراقية والطين . والعوالق Plankton تعيش كمعلقات فى جسم الماء دون مقدرة على مقاومة التيارات . والدورة البيولوجية تشتمل على **المنتجات** Producers وهى نباتية دنيا ، وطحالب هائمة ، وغطاء بيولوجى ، ونباتات أرقى . كما تشتمل على **المستهلكات** Consumers من كائنات مائية غذائية تتغذى على النباتات والمخلفات وكذلك الأسماك . وتضم الدورة البيولوجية كذلك **المختزلات** Reducers أى البكتريا . ويقدر الغذاء الطبيعى بتقدير الكتلة البيولوجية ، أى كتلة الكائنات الحية فى وحدة المساحات أو حجم الماء ، ويعبر عنها كمادة طازجة أو جافة أو كربون أو نيتروچين والأفضل فى صورة طاقة ، والأدق بطريقة غير مباشرة عن طريق حساب كمية المحصول السمكى المتحصل عليه من الغذاء الطبيعى المستهلك .

فبجانب النباتات المائية توجد الطحالب التى تزدهر فى المياه الضحلة أو السطحية غالبا (حتى ٤٥ متر غالبا ونادرا تحت عمق ٩٠ مترا) والتى يكون معظمها مثبتة على الأجسام المغمورة فى الماء (كالطحالب الزرقاء المخضرة (Blue - green - algae المثبتة للأزوت والتى قد يطلق عليها لبلاب Lab-lab) والخضراء والذهبية والبنية والحمراء) أو أن تكون هائمة Fouling Algae (معظمها طحالب ذهبية yellow Algae أى دياتومات Diatoms وقليل من الطحالب الخضراء) يدفعها التيار حيث يشاء .

هذه الطحالب الهائمة والاشنات Lichen والفطريات Fungi تشكل معا الهوائم النباتية التى تكون الغذاء الرئيسى لكثير من الأسماك ولذا تسمى بالمنتجات الأساسية (الأولية) Primary Producers ، فتتغذى عليها الهوائم الحيوانية ، التى تتغذى عليهما اللافقاريات القاعية (Benthos) Invertebrates ، فتتغذى على بعض أو كل هذا أنواع مختلفة من الأسماك غير المفترسة ، ثم تتغذى على الأخيرة الأسماك المفترسة ، وأخيرا يتغذى الإنسان على كل ماسبق ، فهذه السلسلة تشكل هرما غذائيا قاعدته تشكل الهوائم النباتية (١٠٠٠ كجم مثلا) يليها الهوائم الحيوانية واللافقاريات القاعية (١٠٠ كجم ناتجة من ١٠٠٠ كجم هوائم نباتية) يعلوها الأسماك غير المفترسة (١٠ كجم ناتجة من ١٠٠ كجم هوائم حيوانية وحيوانات لافقارية قاعية) ثم الأسماك المفترسة (١ كجم ناتجة من ١٠ كجم أسماك غير مفترسة) وعلى قمة الهرم الغذائى يستقر الإنسان .



الهوائم النباتية :

أو البلانكتون النباتى (الطحالب) أو الإنتاج الأولى (الأساسى) عبارة عن نباتات وحيدة (أو عديده) الخلية ميكرسكوبية (لاترى بالعين المجردة) تطفو بحرية وتنمو بسرعة وتتطلب نفس العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات ، فهى حجر الأساس فى سلسلة الحياة المائية لقدرتها على بناء المواد العضوية (التى تكون غذاء الحيوانات الأخرى كالأسماك) بالتمثيل الضوئى . وعندما يزدهر نموها تتواجد فى تيارات (ازهارات) Blooms فى مواسم معينة تعطى للماء لونا ورائحة يميزانها ، علاوة على أن لبعضها ضوءا فوسفوريا .

وتتباين درجات الحرارة المثلى لنمو الطحالب ، فالدياتومات تتطلب ١٨ - ٣٠ ° م ، والطحالب الخضراء ٣٠ - ٣٥ ° م ، الطحالب الزرقاء المخضرة ٣٥ - ٤٠ ° م ، وذلك حسب أنواع كل منها . ويؤثر على نمو الطحالب أساسا درجة الحرارة و PH وسرعة سريان الماء وشدة الضوء ووفرة المواد الغذائية . وتفضل الطحالب البيئة المتعادلة وبعضها يفضل PH ١٠ . ومنها ماينمو فى الماء العذب ومنها ماينمو فى الماء المالح وهى حوالى ٢٢ ألف نوع ، وتنقسم حسب نوع صبغاتها وتراكيبها إلى :

١ - طحالب خضراء مزرقة (Cyanophyta (blue - green algae وحيدة الخلية توجد فى مستعمرات فى المياه العذبة والمالحة .

٢ - طحالب خضراء (Chlorophyta (green algae أكثر رقيا وأكبر وأكثر انتشارا فى المياه العذبة والمالحة الضحلة ، عددها ٧٠٠٠ نوع .

٣ - طحالب بنية (Phaeophyta (brown algae كبيرة الحجم ، معقدة التركيب ، توجد أساسا فى الماء المالح ونادرا فى الماء العذب ، يصل طول بعضها إلى ٦٠ مترا .

٤ - طحالب حمراء (Rhodophyta (red algae أساسا فى الماء المالح الدافىء ، خيطية أو شريطية متفرعة ، عددها ٤٠٠٠ نوع .

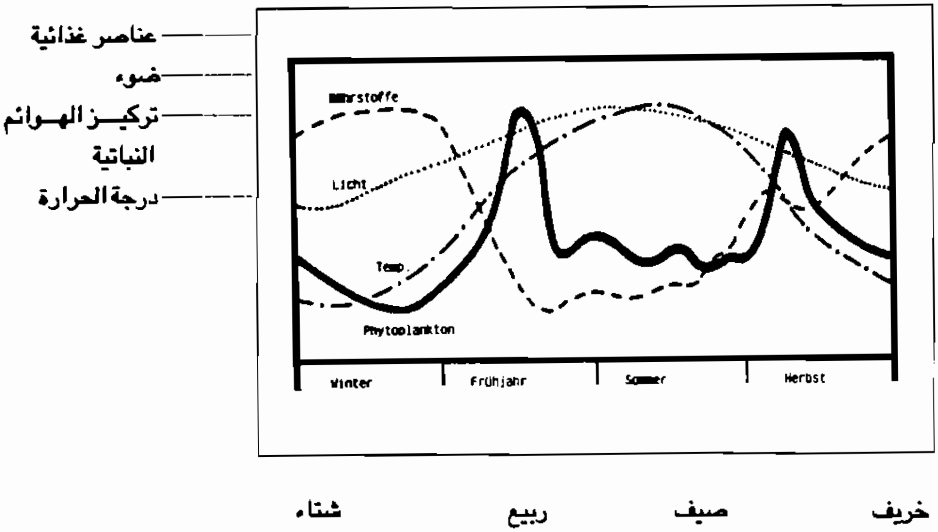
٥ - طحالب ذهبية (Chrysophyta (golden algae طافية فى الماء العذب والمالح ، معظمها أحادى الخلية (دياتومات) ، عددها ٦ - ١٠ آلاف نوع . وهناك مجاميع أخرى أقل إنتشارا ، ومنها مايسود وينتشر فى المياه الملوثة ومنها السام والطافى والملتصق والمغمور ومنها أعشاب بحرية .

فهى نباتات حقيقية لاحتوائها الكلورفيل . وتنتشر الطحالب الذهبية (كل خلية تحميها غلافة سليكونية) فى مياه المناطق المعتدلة والباردة ، بينما الطحالب القديرة Dinophyceae (ومنها جنس Peridinum) تنتشر فى المياه الدافئة وتسلك كالحيوانات (لقدرتها على ابتلاع جزئيات غذاء) إضافة لتصرفها كالنباتات (بنائها الضوئى) . الكائنات المجهرية الطافية النباتية نسبة كبيرة منها عبارة عن الطحالب المجهرية الطافية ، وأيضا ينتمى إلى الفيتوبلانكتون (أو الهوائم النباتية) كذلك البكتريا (التى تلعب دورا هاما فى تحليل المواد العضوية إلى أملاح غذائية غير عضوية تستفيد بها الكائنات النباتية) والديدان الصغيرة والعثة والفيروسات. حيث تبدأ سلسلة الغذاء بتأثير ضوء الشمس والأملاح المعدنية فتستفيد بهم الهوائم النباتية لتحولها إلى مادة عضوية بنمو وتكاثر هذه الهوائم التى تعتبر غذاء مباشرا لأسماك معينة وللهوائم الحيوانية التى تعتبر هى الأخرى غذاء مباشرا لأسماك أخرى ولصغار الأسماك عموما ، كما أن صغار الأسماك وديدان الأرض والقواقع والمحاريات والنباتات المائية والطحالب والحشرات واليرقات وبقايا ذلك كله كلها تشكل مصادر الغذاء الطبيعى الرئيسية للأسماك كل حسب طبيعته الغذائية . والأسماك النافقة وإفرازتها المختلفة والمواد العضوية الأخرى الناتجة من موت الكائنات الحية المختلفة ، كلها تتحلل بكتيريا منتجة الأملاح المعدنية (بعملية معدنة Mineralization) التى تحتوى الفوسفور والنيتروجين والبوتاسيوم وغيرها ، لتستمر سلسلة الغذاء الطبيعى المحدد لنمو الأسماك .

الهوائم الحيوانية :

مجموعة حيوانات وبيضها ليس لها القدرة على الحركة الإيجابية بل تحركها التيارات المائية ، وتشمل بعض اللافقاريات Invertebrates والفقاريات (كبيض الأسماك وأطوارها الأولية) . وتنقسم إلى هائمات دائمة (على مدار العام ، مثل مجدافية الأقدام Copepoda ، وهى حلقة وصل بين الهوائم النباتية والأسماك فى الهرم الغذائى) وأخرى مؤقتة (فى موسم من السنة أو طور من النمو كبيض وصغار

اللافقاريات والأسماك) . وإذا كان ازدهار الهوائم النباتية يتوقف على درجة الحرارة والضوء ووفرة العناصر الغذائية (نترات ، فوسفات ، سليكات) فازدهار نمو الهوائم الحيوانية يتوقف على وفرة الهوائم



توزيع الهوائم النباتية فى البحر على مدار فصول السنة

النباتية (غذاء الهوائم الحيوانية) وبشكل غير مباشر كذلك على عوامل وفرة هذه الهوائم النباتية (ضوء ، حرارة ، مغذيات غير عضوية) فتوزيع وانتشار أنواع البلانكتون يتأثر بأنواع الأسماك وبالبيئة بعواملها المختلفة سواء المتعلقة بخصائص المياه أو بالظواهر الأرضية أو الجوية أو المواسم علاوة على التلوث وحركته ، بجانب تأثير الانتخاب والتنويع الوراثي والسلوك والهجرة والحركة ، وأيضا تتوقف على التاريخ الجيولوجي للمحيطات والحواجز القارية ، ومحدودية دورة المياه للأنواع والعشائر وتأثرها بالعوامل الحيوية والبيئية المختلفة Abiotic and Biotic Factors . فقد يؤدى غيباب الأسماك آكلة الهوائم كسمك الشمس Planktivorous sunfish إلى استبقاء أنواع من الهوائم الحيوانية كبيرة الحجم وزيادة كثافتها فيزيد استهلاكها للهوائم النباتية مما يؤثر على عشيرة الطحالب ، والعكس ففي وجود هذه الأسماك تزداد كثافة الهوائم النباتية (لافتراس الأسماك للهوائم الحيوانية) فللأسماك تأثيرات ديموجرافية Demographic effects على عمر وحجم عشائر الهوائم كماتتغذى بعض أنواع الهوائم الحيوانية (الزوبلانكتون) على هوائم حيوانية أخرى . فالهوائم الحيوانية بعضها كائنات حيوانية يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وأهم هذه الكائنات هي براغيث الماء (الدافنيا Daphnia) وسيكلوبس التي تتراوح اطوالها مابين ٠,٥ – ٣,٠ مم ، ولصغر أحجامها وبطء حركتها فهي غذاء رئيسى ليرقات الأسماك . والهوائم الحيوانية تبدأ من الحيوانات وحيدة الخلية (كالبروتوزوا) وتنتهي بالحشرات . وينتمى إليها الكوبيبودا Copepoda والروتيفيرا Rotifera والكلادوسيرا Cladocera أي تضم الجوفمعويات والحبلرخويات الأولية ويرقات الديكابودا .

حيوانات القاع Benthos :

عبارة عن غذاء الأسماك قاعية التغذية أى التى تتغذى على كائنات حية من أصل حيوانى تسكن القاع وهى فى المرتبة الرابعة من الهرم الغذائى (بعد الأسماك التي تتغذى على الفيتوبلانكتون والتى تتغذى على الحشائش المائية ثم التى تتغذى على الزوبلانكتون كالمبروك الفضى ومبروك الحشائش والمبروك كبيرالرأس ثم المبروك العادى كآكل حيوانات قاع على الترتيب) . وتختلف أحياء القاع عن الهوائم غير ذاتية الحركة وعن الحيوانات الكبيرة النشطة المتحركة كالأسماك والفقاريات الأخرى المسماة Nekton . وأحياء القاع معظمها لافقاريات وهى قد تنتمى إلى :

أ - حيوانات داخلية Infauna أى تعيش فى قاع رخو مثل الديدان والنواعم .

ب - حيوانات فوقية Epifauna أى تعيش على سطح القاع الصلب فى مجاميع متميزة مثل البرونقات Branacles .

أو قد تقسم من حيث أحجامها إلى :

أ - أحياء قاع كبيرة لاتمر من منخل فتحاته بسعة ١مم سواء حيوانية أو نباتية .

ب - أحياء قاع متوسطة لاتمر من فتحة منخل ٠,١ مم بينما تمر من فتحة بسعة ١مم وتشمل الكوبيبودا أو الديدان الخيطية والديدان المسطحة والأطوار غير البالغة من النواعم والديدان .

جـ - أحياء قاع صغيرة تمر من فتحة منخل ٠,١ مم وتشمل السوطيات والاميبا والبكتيريا .

وتنضم جميع أحياء القاع فى أحد أطوار حياتها الأولى إلى عالم الهوائم الحيوانية (المؤقتة)، وتشكل أفرادها البالغة غذاء للأسماك التى تعيش قرب القاع .

وتتكون الكائنات الحيوانية الغذائية Nutritive Fauna من الهوائم الحيوانية وحيوانات القاع وحيوانات الغطاء البيولوچى .

ومصبات الأنهار عند التقائها بالبحار تعتبر من أخصب النظم البيئية إنتاجا لأنها مصيدة غذائية نتيجة تدفق المغذيات من الأنهار بجانب كميات من الفتات العضوى (الدوبال) Organic Detritus الذى تحلله البكتريا والفطريات إلى كميات كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية تمتصها الكائنات المائية . ونتيجة بناء السدود وانخفاض معدل سريان مياه الأنهار تتراكم الأملاح الغذائية فى خزانات المياه وتنقص بشدة فى تركيزها عند المصبات فتنخفض تركيز الهوائم (نباتية وحيوانية) بشدة فى الأنهار التى عليها سدود .

العلاقات الغذائية :

قد لاتكون بسيطة ، فقد تتغذى الأسماك فى أطوار نموها المختلفة على أغذية مختلفة ، إذ تبدأ معظم الأسماك حياتها كآكلات هوائم حيوانية ثم تتحول إلى تغذية محددة فيما بعد ، سواء على الطحالب (بلطى موزمبيقى ، بلطى نيلى ، بلطى جاليلى ، بلطى ماكروشير ، القرموط القشرى ، المبروك الفضى) أو الأعشاب (مبروك حشائش ، بلطى ميلانو بلورا) أو فتات المادة العضوية فى تراكمات القاع أو الأحياء الدقيقة على القاع بتصفية الطين (مثل أسماك البورى الرمادى ومبروك الطين) أو كائنات القاع والأسماك والحيوانات البحرية الأخرى ، وقد تكون متنوعة التغذية . وقد تتعايش الأسماك معا تكافليا أو تطفليا أوافتراسا .

فسلسلة الغذاء أو انتقال الطاقة من مكوناتها إلى مستهلكاتها تأخذ أشكالا ثلاثة هى :

١ - سلسلة أكلات اللحوم Carnivores حيث تنتقل الطاقة من الكائنات الأقل إلى الكائنات الأكبر.

٢ - سلسلة الطفيليات Parasites حيث تنتقل الطاقة من الكائنات الأكبر إلى الكائنات الأصغر .

٣ - سلسلة الرميات Saprophytes حيث تنتقل الطاقة من المادة العضوية غير الحية إلى الكائنات الدقيقة فى معظم الحالات .

ويمر الغذاء بهذه السلاسل قبل أن يهدم إلى مغذيات غير عضوية .

التسميــد :

لما كانت التغذية الطبيعية لايمكن الاعتماد عليها لإنتاج الأسماك بكفاية ، إذ أنها وسيلة غير فعالة لتنمية الثروة السمكية ، لذا يتم تسميد الأجسام المائية بإضافة المخصبات المختلفة التى تضيف إلى تربة وماء الأجسام المائية العناصر الضرورية لنمو الغذاء الطبيعى (الفيتوبلانكتون) .

والأسمدة Fertilizers أو المخصبات تصنف كالتالى :

١ - مخصبات غير عضوية Inorganic Fertilizers :

أ - نيتروچينية كاليوريا ونترات الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم والأمونيا السائلة .

ب - فوسفاتية كالسوبر فوسفات العادية (الجيرية) أو المركزة وفوسفات أمونيوم ثنائية .

جـ - بوتاسية .

د - كلسية كالجير الحى أو المحروق أو أكسيد الكالسيوم والجير المطفى أو الزراعى وهيدروكسيد الكالسيوم والجبس الزراعى أو كبريتات الكالسيوم والحجر الجيرى أو كربونات الكالسيوم إضافة إلى نترات وكلوريد الكالسيوم .

٢ - مخصبات عضوية **Organic Fertilizers** :

أ - سماد بلدى (حيوانى) من أرواث وأبوال الحيوانات وفرشة الحظائر ومحتويات كرش المجترات (سوائل ومساحيق جافة) .

ب - مجارى وصرف صحى وحضرى Sewage .

جـ - أسمدة خضراء ومخلفات حقول وتصنيع زراعى وأسواق .

د - أسمدة عضوية أخرى كمخلفات المجازر والمدابغ والأكساب .

ويعتبر التسميد عملية فعالة ورخيصة لزيادة إنتاج السمك عن طريق تنشيط الدورة البيولوجية وتهيىء ظروف صحية فى الماء أفضل من التغذية الصناعية ومايصاحبها من أمراض . ويقوم القاع بامتصاص الأسمدة وتحليلها وإذابتها فى الماء لتصير صالحة لامتصاصها فى الخلايا النباتية عديمة الجذور (الهوائم النباتية) .

والأسمدة الجيرية (الكلسية) ترفع pH الماء وتساعد على تحلل الفضلات العضوية ، وتضمن عدم توقف نمو الحياة النباتية ، إذ تتحد هذه الأسمدة (كالجير الحى $Ca\,O$ وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$) مع CO_2 مكونة بيكربونات كالسيوم فبزيادة كثافة النباتات تستنفذ CO_2 من الماء فى التمثيل الضوئى فيعمل وجود بيكربونات الكالسيوم المذابة فى الماء على مواجهة الموقف بإطلاق CO_2 متحولا ثانية إلى كربونات كالسيوم تترسب .

والأسمدة الفوسفاتية هامة لتربية الأسماك وفى تكوين وأنقسام الخلايا النباتية ، والفوسفور بالتربة يوجد بكميات أقل من كمية النيتروچين أو البوتاسيوم . فالفوسفور أهم العناصر الغذائية Nutrient Elements لعالم البيئة وذلك لندرتة ولشدة احتياج النباتات إليه بنسبة أكبر من أى عنصر آخر . والفوسفور ناتج من صخور معينة ، ويخزن فى التربة وينتقل مع الماء الأرضى والأنهار كأيون تستخدمة النباتات لتكوين البروتينات والدهون . أى يدخل الفوسفور فى دورة من النبات إلى الحيوان فالبكتريا ، إذ يدخل فى بناء المركبات العضوية ثم تتحلل هذه ثانية إلى شكل غير عضوى ، وعلى عكس النيتروچين فإن جزءا كبيرا من الفوسفور يمتص بسرعة على سطح الطين . وتستخدم الأسمدة الفوسفاتية للأحواض ذات القيعان التى لها قابلية تحليلية جيدة فيشاهد تأثير السماد من خلال تغير لون الماء إلى الأخضر للنموات الخضرية . ويستخدم السوبر فوسفات فى التربة الثقيلة وعندما يكون الماء غنيا بالجير بمعدل ١٠٠ - ٢٠٠ كجم / هكتار (٤٢ - ٨٤ كجم / فدان) على دفعات .

أما الأسمدة البوتاسية كغيرها من العناصر المعدنية التى تتطلبها الهوائم النباتية لتثبيت النيتروچين وبناء البروتين ومن بينها كذلك المنجنيز والكوبلت والموليبدنوم والسليكون والفاناديوم وغيرها مما تحتويه التربة بوفرة وقد تضاف مع الأسمدة الأخرى . ورغم أهمية البوتاسيوم لعملية النمو الخضرى

وانقسام الخلايا النباتية ، إلا أنه كثير الانتشار فى التربة عن الفوسفور والنيتروچين ، لذا يضاف البوتاسيوم غالبا فى حالة نقصه من الماء أو التربة أو فى حالة قلة القلوية وفى الأحواض ذات الأراضى السبخة أو التى قاعها صلبة . وقد تمزج الأسمدة البوتاسية مع الفوسفاتية .

والأسمدة النيتروچينية متطلبة رغم وجود النيتروچين فى الماء لذوبان غاز النيتروچين من الهواء الجوى فى الماء وكذلك من تحلل المركبات العضوية فى الماء ، إلا أنها تثبت فى جسم السمك كبروتين وتطلب استمرار وجود مصادره فى الماء . والنيتروچين تثبته بعض البكتريا والنباتات فى شكل أمونيا ونيتريت أو نيترات تستخدمها النباتات وترتبط بأجسامها كأحماض أمينية وبروتينات ، فتأكل الأسماك العشبية التغذية هذه النباتات ، كما تتغذى الأسماك اللاحمة (حيوانية التغذية) على الأسماك العشبية ، فيمثل النيتروچين ويخرج منه جزء ، وتتحلل الأجسام الميتة فيخرج النيتروچين منها ثانية كأمونيا ونيتريت ونيترات وتستمر دورة النيتروچين كما فى الفوسفور وغيره من العناصر . إذ تمتصه الفيتوبلانكتون كنترات أو أمونيوم ويدخل النيتروچين فى بناء الكلوروفيل النباتى أى أن النيتروچين يشجع النمو الخضرى . وقد يضاف الفوسفور مع النيتروچين بنسبة ١ : ٤ وفى حالة قلوية القاع تكون النسبة ١ : ٨ . وتضاف الأسمدة الأزوتية للأحواض الحديثة قليلة الطين بينما القاع الطينى الغنى بالغريان فإنه ينتج النيتروچين طبيعيا ولايحتاج للتسميد وعادة ينصح باستخدام ٢٥ كجم سوبر فوسفات مع ٢٥ كجم كبريتات أمونيوم لكل فدان بمعدل مرة كل أسبوعين خلال موسم النمو ، وفى الأجواء الحارة يستخدم ٤٢ كجم سماد (يحتوى ٨٪ من كل من الفوسفور والبوتاسيوم والنيتروچين) لكل فدان مرة كل ٧ – ١٠ أيام مع وقف هذا التسميد عندما يصبح الماء مخضرا أو بنيا ، ويعاد التسميد عندما تصفو المياه .

أما التسميد العضوى باستخدام الأسمدة العضوية Organic Manure فيزيد الإنتاجية خاصة لو كانت الأسمدة سائلة ، وتشتمل على الأسمدة الحيوانية من أرواث الماشية والخيول الخنازير والطيور ، وكذلك الأسمدة النباتية ومخلفات المجارى (الصرف الصحى) ومخلفات المحاصيل والحقول والسلخانات ومصانع الأغذية المختلفة . وتعيد الأسمدة العضوية العناصر الغذائية إلى الدورة البيولوجية ثانية ، كما تنتج الأسمدة العضوية عند تحللها CO_2 الذى يساعد على نمو الهوائم النباتية ، وقد تستخدم المادة العضوية كغذاء مباشر لبعض الأسماك علاوة على نمو البكتيريا والبروتوزوا عليها ، وقد تحتوى الأسمدة العضوية على منشطات نمو كالهرمونات والفيتامينات . وتحسن من تركيب القاع ، وتشجع على نمو البكتريا مما يحسن من إنتاج الهوائم الحيوانية أسرع من فعل الأسمدة المعدنية . ويحذر من سوء استخدام الأسمدة العضوية لخطرها على أوكسچين الماء خاصة فى الصباح الباكر وفى المياه الدافئة ، وقد تكون بيئة مناسبة لنمو بعض الأمراض كعفن الخياشيم Gill Rot . لذا توزع الأسمدة العضوية على دفعات بسيطة ١ – ٣ مرات فى الأسبوع وعلى أماكن متعددة أو ترش بانتظام على سطح الماء . ويستخدم السماد العضوى السائل بمعدل متر مكعب واحد / هكتار (أى لكل ٢,٤ فدان أو ٠,٤٢ متر مكعب / فدان) ١ – ٢ مرة كل أسبوع . كما يستخدم زرق الطيور ومخلفات المجازر . وأرواث الحيوانات المختلطة بأوراق الأشجار المتحللة

تستخدم كذلك .

فقد وجد أن كل ١٠ طن روث جاف تتحول إلى ٤ طن وزن حى فى السمك ، وأن كل ١٠٠ كجم روث طازج (من البط) تنتج ٤ - ٦ كجم سمك ، وقد يستخدم روث البقر Cowdung بمعدل ٥ طن / فدان من أحواض الحضانة ٦ مرات لسرعة إنتاج الهوائم الحيوانية التى تستفيد مباشرة من المادة العضوية الذائبة فتحتفظ المياه بأسراب من الكلادوسيرا Cladocera .

وقد تستخدم مياه الصرف الصحى (المجارى) بعد تخليصها من السموم وتهويتها وخلطها مع ماء الأحواض السمكية بعد تخفيفها بنسبة ١ : ٣ قبل بلوغها الأحواض . وقد تربى الأوز والبط على أحواض السمك كإنتاج ثانوى ولتسميد الأحواض بمعدل ١٠٠ - ٢٠٠ أوزة أو بطة / فدان ، فتزيد الأوزة الواحدة من إنتاج السمك بمقدار نصف كيلو . وقد تحش النباتات المائية وتجمع لعمل سماد عضوى لنفس الأحواض السمكية . وقد تزرع قاع الأحواض بالنباتات البقولية أو النجيلية ثم تحرث أو تقلب فى تربتها وتغمر بالماء للتحلل . وقد يعمل على تحلل العروش والأتبان وأوراق الأشجار والحيوانات النافقة وقمامة المدن لتحويلها بالتخمر إلى سماد عضوى . كما قد يسمح للحيوانات بالرعى فى أرضية الحوض فتضيف إليه سمادها البلدى ، أو أن تقام حظائر الحيوانات مجاورة لأحواض الأسماك لتتساقط مخلفاتها السائلة والصلبة مباشرة على الحوض (سواء أرواث أو فضلات طعام) .

إلا أن ماء المخلفات ينقصه الأوكسچين الذائب ، علاوة على احتواء الفضلات (الأرواث) على مواد سامة ومسببات أمراض بجانب أكساب الأسماك طعما ورائحة غير مقبولتين ، وهذا يؤدى إلى مشاكل فى الصحة العامة ومدى قبول ورواج هذه الأسماك ، إذ تتركز المشكلة أساسا فى إذا ما كان ماء المجارى المستخدم سابق المعالجة أو مخففا أو لم يعالج بالمرة . وقد يؤدى التلوث بالصرف الزراعى والصناعى والحضرى إلى تدهور الأجسام المائية لغناها غذائيا Eutrophicated or Nutrient Enriched مما يعيق وصول الشمس ووقف البناء الضوئى واستنفاذ الأوكسچين الذائب وتراكم كبريتيد الهيدروچين للحدود السامة . وتؤدى المعالجة الثانوية للصرف الصحى إلى إزالة حوالى ٨٠ ٪ من فوسفور المخلفات والتى تحتوى كذلك على المنظفات الغنية بالفوسفور (وإن استخدم الآن فى المنظفات حمض نيتريلو تراى أسيتيك NTA محل الفوسفات والذى يتحلل بيولوچيا إلى جليسين وحمض جليكوليك ثم أمونيا) .

الشروط الواجب مراعاتها عند التسميد لتمام الاستفادة من الأسمدة تتلخص فى :

١ - تعادل الماء والتربة أو ميلها للقلوية الخفيفة ؛ لأن الحموضة للتربة تقلل امتصاص الأسمدة لذا تعامل التربة بالجير الحى قبل التسميد .

٢ - أن يحتوى القاع على الغريان بدون غزارة ، وألا يحتوى على الغاب والحشائش السليلوزية التى تؤدى إلى عدم جودة التحلل وضآلة إنتاجية الحوض .

٣ – استمرار حش النباتات المائية لمنافستها الأسماك على الأسمدة .

٤ – تستخدم الأسمدة والأحواض جافة فتوزع على القاع ، أو عند ملء الحوض فترش بزوارق بانتظام على أجزاء الحوض .

٥ – ترش الأسمدة أكثر من مرة عندما يكون القاع رمليا أو قليل الطين .

٦ – لاتخلط الأسمدة الفنية بالكالسيوم مع سلفات الأمونيوم ، وتترك فترة أسبوعين بين رش السوبر فوسفات ورش الجير الحي ؛ لأن الأخير يبطيء إذابة الفوسفات .

٧ – تتوقف كمية الأسمدة وأنواعها المستخدمة على تركيب وخواص تربة الجسم المائي ، إذ تضاف الأسمدة لتعويض العناصر الضرورية المحددة والتي تختلف من منطقة لأخرى . فزيادة الأسمدة الفوسفاتية تعمل على تكوين رواسب من فوسفات الحديد والألومنيوم . فزيادة تركيزات العناصر الغذائية غير مرغوب ، ففنى فضلات الصرف الآدمي والزراعي بالفوسفات والنيترات تؤدى إلى تيارات Bloom من العوالق النباتية غير المرغوبة . ولذلك يستخدم الكشف عن الفوسفات كدليل على التلوث العضوى (لأنها أدق وأسرع وأسهل في تقديرها عن المغنيات الأخرى ، ولكونها أكثر مقاومة عن غيرها للتحلل العضوى فلا تختفي بسرعة اختفاء المركبات الأزوتية مثلا) . وبجانب الآثار الصحية والاقتصادية من جراء استخدام الأرواث والأبوال في تسميد أحواض السمك وتغذية الأسماك ، فهناك جانب ديني أو شرعي فرغم عدم نجاسة أبوال وأزبال مايؤكل لحمها ، فإن الرسول الكريم صلوات الله وتسليماته عليه وعلى آله قد نهى عن أكل لحوم الجَلاَّلة أى التي تأكل العذرة حتى يتغير ريحها ، فإن حبست بعيدا عن العذرة زمنا فطاب لحمها ذهب اسم الجَلاَّلة عنها وحلّت (والجَلاَّلة بفتح الجيم لفظ يطلق على كل حيوان يأكل العذرة أىْ أىَّ دابة أو داجنة تأكل الروث) فعن ابن عباس قال : " نهى رسول الله صلى الله عليه وآله وسلم عن شرب لبن الجَلاَّلة " رواه أبو داود وأحمد وابن حبان والحاكم والبيهقي وصححه ابن دقيق العيد ، وعن عمر قال : " نهى رسول الله صلى الله عليه وسلم عن أكل الجَلاَّلة وألبانها " رواه الخمسة إلا النسائي ، بل أيضا نهى رسول الله صلى الله عليه وسلم أن يركب على الإبل الجَلاَّلة في حديث عن ابن عمر رواه أبو داود بإسناد صحيح . وعلى ذلك فذهب رأى العلماء إلى خلاصة أنه إذا تغيرت رائحة الحيوان أو طعم لحمه ولون أو طعم مرقته فيحرم أكله وركوبه وشرب لبنه للضرر الحادث بعد أكله . لذا وجب التأكد والتحرز حتى لانقع فيما حرّم الله وحتى لانهدر صحتنا ، فقد قال المولى عز وجل : ﴿ ظهرالفساد في البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون ﴾ (الروم : ٤١) .

ويجب أن ترتبط كميات الأسمدة كذلك بالعوامل البيئية الأخرى كالضوء والحرارة المؤثران على إنتاجية الغذاء الطبيعي . ويبقى التجريب كأفضل وسيلة لتقرير الاحتياجات السمادية لكل موقع .

توزيع سماد سائل من قارب بموتور

٨ - أهم العناصر المحددة لمعدل إنتاج المادة العضوية نتيجة البناء الضوئي في الطحالب وحيدة الخلية في الطبقة السطحية من البحار هي الأزوت والفوسفور اللذان يوجدان في ماء البحر بنفس نسبة وجودهما في هذه الهوائم النباتية (في المتوسط كنسبة ١٠ :١ أزوت : فوسفور) ، بانخفاض أي من العنصريين في البيئة ينخفض كذلك في الطحلب ، وزيادة الفوسفور يجعل النيتروچين يحد من نمو الهوائم النباتية .

ثانيا : المصادر الخارجية (الصناعية)

: External (Artificial) Resources

تستخدم مصادر التغذية الصناعية كأعلاف تكميلية أو بديلا كاملا للتغذية الطبيعية حسب وفرة الغذاء الطبيعي ونظام الإنتاج السمكي ، سواء في الإنتاج شبه المكثف أو المكثف ، إذ أن رفع معدلات الإنتاج الطبيعي للقاعدة الغذائية عن طريق التسميد العضوي والكيماوي (المعدني) له حدود ، بعدها يصير سيىء التأثير ، مما يوجب اضافة التغذية الصناعية التي تزيد الانتاج السمكي الكلي وتسمح بزيادة كثافة الأسماك علاوة على أن الفائض منها يعمل كسماد عضوي يزيد القاعده الغذائية الطبيعية بشكل غير مباشر . وقد تشمل المصادر الخارجية للتغذية زراعة نباتات مائية (لتغذية مبروك الحشائش مثلا) ، أو استخدام مخلفات زراعية ، ومخلفات تصنيع زراعي ، حبوب وبذور ومنتجاتها الجانبية ، وتربية الهوائم ونقلها لأحواض السمك. وقد تضاف إلى علائق الأسماك كثير من الإضافات كالمواد الملونة (كانتا اكزانثين Cantaxanthin) والمضادات الحيوية (كلورا مفينيكول Chloramphenicol) والهرمونات (ميثيل تستسترون Methyltestosterone) والأملاح المعدنية المختلفة والفيتامينات .

والمصادر الغذائية قد تكون :

١ - نباتية :

أ - نجيلية : كالحبوب الكاملة والمطحونة ونواتج طحنها وتبييضها والضرب واستخلاص النشا منها .

ب - بقولية : حبوب وبذور زيتية وأكسابها ومستخلصاتها ومساحيقها .

جـ - مختلفة : كمخلفات مصانع الأغذية (خضر ، فاكهة ، مولاس ، خميرة ، أوراق نباتية ومستخلصها البروتيني وسيلاچها) .

٢ - حيوانية :

وأهمها الأسماك ومساحيقها ومركزاتها وزيتها وسيلاچها ، مسحوق اللحم ومخلفات المجازر من جثث ومحتويات كرش وريش وأحشاء ودم وعظم فى صورة مساحيق ، مخلفات مصانع الألبان والحرير (عذارى ديدان القز) ويرقات الحشرات .

٣ - مختلطة :

مثل مخلفات المطاعم والمطابخ والفنادق وقمامة المدن والأسواق .

٤ - إضافات :

أملاح معدنية ، فيتامينات ، هرمونات ، مضادات حيوية ، مضادات أكسدة ، ملونات ، ، عقاقير، مشجعات نمو .

ويجب أن يراعى فى الغذاء الصناعى للأسماك مايلى :

١ - أن يكون رخيصا ومتوافر المصادر فى البيئة المحيطه حتى تكون التغذية اقتصادية .

٢ - أن يكون مقبولا من الأسماك وذا معاملات هضم عالية وكفاءة تحويلية جيدة .

٣ - أن يكون تركيبه الكيماوى ملائما لنوع الأسماك ، وعند تغيير العلف لآخر يكون تدريجيا .

٤ - أن تتناسب حجم جزيئاته وصفاته الطبيعية (طفو / غطس) مع عمر السمك وعاداته الغذائية (جاف / سابق النقع) .

٥ - أن يقدم بالكم المناسب لأعداد الأسماك وأحجامها واستهلاكها والموسم والظروف الجوية .

٦ - أن يقدم على عدة وجبات يومية تضمن تمام الاستفادة منه وعدم تحلله وإفساده للبيئة المائية مما يسبب الأمراض للأسماك .

٧ - أن يكون متعدد المصادر الحيوانية والنباتية ومتوازنا من حيث الطاقة والبروتين والدهون

والفيتامينات والأملاح بما يفي باحتياجات الأسماك .

فعادة تستخدم لتغذية الأسماك نفس مكونات علائق الحيوانات وحيدة المعدة (كالدواجن) من حبوب وأكساب ومخلفات مزارع (نباتية وحيوانية) ومخلفات مجازر ومخلفات أسواق ومطاعم ومخلفات مصانع إعداد وتجهيز أو حفظ وتعليب وتجميد السلع الغذائية وغيرها من مخلفات التصنيع المختلفة ، إضافة إلى النباتات والحيوانات النباتية المختلفة التي تنمى خصيصها لتصنيعها كغذاء صناعي لمزارع الأسماك . وإن كان يفضل استخدام المصادر التي لاتنافس الأسماك عليها كائنات أخرى سواء آدمية أو حيوانية ، وهذا يتوقف على أسعار هذه المكونات الغذائية ومدى وفرتها ، وعلى هذا قد تستبدل الحبوب (غذاء الإنسان والدواجن وغيرها) بمنتجاتها الثانوية (من نخالة وكسر وحت ..) والبذور بمخلفاتها (أكساب) والأسماك بفضلات تصنيعها (مسحوق ومركزات وزيت وذائبات السمك) وهكذا .

ويراعى طبيعة السمك في ارتفاع احتياجاتها البروتينية فلا ترتفع محتويات علائقها في الكربوهيدرات ، وإن اختلف ذلك نسبيا من نوع سمكي لآخر . لكن تضاف الحبوب ومخلفاتها كمصادر للطاقة والفيتامينات ولربط مكونات العليقة وثباتها في الماء . **فمن الحبوب ومخلفاتها** يستخدم في تغذية الأسماك الأرز وحته (كسره) ورجيعه (وإن كان الرجيع غير المستخلص غنيا غذائيا لكنه سريع التلف ، والمستخلص أكثر تحملا للتخزين) والذرة ومطحونها (معاملة الأرز والذرة بالماء المغلي يحسن القيمة الغذائية للنشا فيهما) وجلوتية ، والقمح ونخالته .

ومن النجيليات كذلك الراي والشعير والشوفان . وينبغي خفض المكونات التي تعمل على تسمين السمك (كالذرة) وذلك قبل تسويقه بعدة أسابيع ، لكن تفضل إضافتها في الخريف لتحتفظ الأسماك بطاقتها للشتاء . كذلك **الثمار القرنية** من ترمس وبسلة وفول حقل وفول صويا ، وإن كان الترمس خفيفا مما يصعب توزيعه على الجسم المائي . وأيضا تستخدم في تغذية الأسماك أوراق وبروتين **أوراق النباتات** المائية والأرضية (ورد نيل – برسيم – ليوكينا – خبيزة – كاسافا – بطاطا – موز – ذرة وغيرها من الخضراوات والحشائش والأعشاب البحرية) . والخميرة الجافة غنية بالبروتين وبمجموعة فيتامين B المركبة . وقد تعامل بعض النباتات والأعشاب إما بالغسيل أو بالطهي أو المعاملة الكيمياوية (قلويات أو أحماض) ، فمعاملة نبات الليوكينا (بقولي استوائي) بالنقع والتجفيف تقلل سمية هذا النبات لما يحتويه من مركبات سامة ، ومعاملة المواد الخشنة مثل ورد النيل مثلا بالصودا الكاوية (٤٪) تحسن من نمو السمك وكفاءة تحويله الغذائي ولم تسبب أي تأثيرات سلبية أو نفوق لكن لاينصح بزيادة أوراق ورد النيل الجافة عن ٢٠ ٪ . وقد تجرش مكونات العليقة لتناسب جزيئاتها الصغيرة حجم فتحة فم الأسماك الصغيرة . وقد تنقع العليقة لمنع طفوها ، وقد تنبت البذور لإغنائها بالفيتامينات في طور الإنبات ، وقد تجفف أو تطبخ أو تفرم .

ومن **مخلفات البذور الزيتية** تستخدم أكساب بذور القطن وفول الصويا والسمسم والكتان والفول السوداني وعباد الشمس ، وقد يتم التغلب على مشاكل بعض هذه الأكساب فالجوسيبول في كسب القطن

سام للسمك فإما تستخدم أكساب القطن منخفض الجوسيبول أو أن يعامل الكسب بالبخار أو يضاف إليه كبريتات الحديدوز كما يجب إضافة الليسين إلى كسب القطن ، وكسب الصويا يضاف إليه الحمض الأمينى المحدد فيه وهو المثيونين وبمعاملته حراريا يتغلب على محتواه من مثبطات الإنزيمات ، وينبغى إضافة المثيونين إلى كسب الفول السوداني والذى يجب خلوه من الأفلاتوكسينات السامة للأسماك والإنسان ، وكسب عباد الشمس يعوزه الليسين ، وكسب الكتان يحتوى على مثبطات للنمو فيجب إثراء عليقتـه من فيتامينات B ، وكسب السمسم غنى بحمض الفيتيك مما يستلزم إضافة الفوسفور إلى علائقه .

ومن المصادر غير التقليدية النباتية فى تغذية الأسماك مثل الاستفادة من بروتين أوراق النباتات (خاصة البقولية) بعصرها وترسيب البروتين بالحرارة أو الحامض أو بالطرد المركزى ، ولخفض التكلفة يخلط العصير مباشرة مع المواد المالئة (كالرجيعة وخلافها) والتجفيف الشمسى . وكذلك استخدام المولاس من مصادره المختلفة كمصدر للطاقة لخفض نسبة الحبوب المستخدمة . كما تستخدم الزيوت النباتية المختلفة كمصدر للطاقة والأحماض الدهنية الضرورية والفيتامينات وتربط مكونات العليقة وعدم إثارتها للغبار عند الطحن . كما يتم تنمية الكائنات الحية الدقيقة من بكتيريا وفطريات وخمائر وغيرها من أنواع معينة على بيئات مختلفة مغذية (سواء سائلة أو من مخلفات نباتية أو حيوانية أو بترولية أو صناعية) فتنمو هذه الكائنات وتتكاثر منتجة البروتين الميكروبى أو بروتين وحيدات الخلية Single Cell Protein (S.C.P.) أو الخميرة . وأيضا تزرع الطحالب الدقيقة (كغذاء ليرقات الأسماك وأنواع سمكية معينة) فى أحواض مسمدة عضويا . وقد تتغذى بعض الأسماك على الفاكهه والخضروات الطازجة كالموز والبطيخ والقرع .

والمصادر الحيوانية غنية بالبروتين عالى القيمة الغذائية والحيوية لارتفاع محتواها من الأحماض الأمينية الضرورية وكذا الأملاح المعدنية والفيتامينات، لذا فهى ضرورية لنمو الأسماك . ومسحوق اللحم ومخلفات المجازر تتباين فى تركيبها عن تركيب السمك ، لذا فنادرا ماتستخدم فى تغذية السمك ، بينما مسحوق الدم أفضل من مسحوق اللحم وأرخص من مسحوق السمك ، ومسحوق العظام غنى بالمعادن وكذا البروتين (كولاجين) ، والريش المتحلل مائيا لايستخدم منفردا كمصدر للبروتين لانخفاض قيمته الحيوية ، إضافة إلى البيض والألبان والجبن والشرانق وغيرها .

والأسماك أهم المصادر الحيوانية الغذائية للأسماك ، وتستخدم طازجة (وإن احتوت أسماك الماء المالح على إنزيم الثيامينار Thiaminase الذى يكسر فيتامين الثيامين إذا لم يتم تجميدها) ومجففة كمساحيق (يراعى تمام تجفيفها وألا تصاب ببكتريا السالمونيلا ، ويراعى عدم زيادة الملح فيها كمادة حافظة (١ - ٣ ٪) وكذلك الدهن (أقل من ٣٪) وعدم احتواءها على الرمل وغيره من مواد غش كاليوريا) ، كما يستخدم زيت السمك كمصدر طاقة غنى بفيتامينات D,A والأحماض الدهنية الضرورية ، وقد تحفظ الأسماك فى صورة سيلاج كغذاء للأسماك بتخمرها مع الكربوهيدرات أو باستخدام الأحماض أو بحفظها

بالملح . وسيلاج الأسماك أرخص من مسحوق الأسماك ، وبجانب رخص تكاليف تصنيعه وبساطة طريقة تحضيره فإنه يمكن حفظه لمدد طويلة دون تلفه ، ويمكن تصنيعه من عفشة الأسماك (الأسماك الصغيرة) ومخلفاتها ، ويسهل خلطه مع باقى مكونات العليقة كمصيدة ، سواء مع مخلفات المطاحن والمضارب أو مخلفات مصانع البسكويت والمكرونة وغيرها مما يثريها بالبروتين الحيوانى ويحسن طعمها ورائحتها ويحسن من الاستفاده منها ويقلل فقدها . وحموضة السيلاج تمنع نمو البكتريا الضارة (بكتيريا العفن) والفطريات والخمائر مما يحفظ السمك من التحلل والفساد .ونظرا لضآلة حموضة السمك ولحتواه من ثالث ميثيل أمين أوكسيد (فى الكائنات البحرية) الذى يشجع النمو اللاهوائى لبكتريا التلف ويختزل هذا المركب إلى ثانى ميثيل الأمين المنتج لرائحة غير مرغوبة عند تلف السمك (أمونيا) ، لذا يلزم عند عمل سيلاج السمك أن يضاف مصدر كربوهيدراتى ليقلل من هدم الأحماض الأمينية بفعل بكتريا التلف ، كما يضاف بادىء بكتريا حمض اللاكتيك لسرعة تحويل الكربوهيدرات إلى حمض يحفظ السمك من التلف لخفض pH السيلاج لأقل من ٤ . وعادة يضاف حوالى ٢٠ كجم مطحون حبوب لكل ١٠٠ كجم سمك أو ١٠ ٪ مولاس . وعند عمل السيلاج باستخدام الأحماض المعدنية يخفض pH لأقل من ٢ ، بينما عند استخدام الأحماض العضوية يكفى وصول pH ٣,٥ – ٤ (مع الفورميك) أو ٤,٥ (مع البروبيونيك) . ويتطلب حوالى ٩ لتر حمض غير عضوى عياريته ١٤ للأسماك العظيمة قليلة الدهن (٤ لتر للسمك الدهنى) أو ٣,٤ لتر (٦,٣ كيلو جرام) و ١,٥ لتر (٢,٨ كيلو جرام) حمض كبريتيك مركز / ١٠٠ كجم سمك قليل الدهن أو دهنى على الترتيب .

وقد يستخدم مخلوط الأحماض المعدنية (لخفض pH) والعضوية (كمضاد ميكروبى) بتركيز ٣٪ من مخلوط ٣ : ١ (حجم / حجم) حمض كبريتيك : حمض فورميك ، ويمكن استبدال حمض الهيدروكلوريك أو حمض الفوسفوريك بدلا من حمض الكبريتيك . ونظرا لزيادة رماد الأسماك الاستوائية فإنها تتطلب مزيد من الحمض (٢,٥ ٪ فورميك) للحفظ ، أو خلط أحماض الفورميك مع البروبيونيك (٣٪ على الأقل) .

ولعمل السيلاج يتم فرم السمك (سواء كامل أو أحشاء ومخلفات أو مخلفات جمبرى) وخلطه بالحمض ، فيتحلل إنزيميا ، ويذوب حوالى ٨٠ ٪ من البروتين فى سيلاج السمك بعد أسبوع واحد على درجة حرارة ٢٣ – ٣٠ °م ، ولايتحرر من الأحماض الأمينية سوى ١,٣ ٪ من الأزوت الأمينى فى صورة أمونيا بعد ٣ أسابيع تحت الظروف الاستوائية ، وقد يهدم التربتوفان الحر ، كما أن المثيونين والهيستيدين قد يكونان غير ثابتين . وإذا عمل السيلاج من سمك تالف جزئيا فيكون الهيستيدين عاملا محددا كما يعتبر كذلك المثيونين عاملا محددا للنمو فى سيلاج السمك . ويجب معادلة السيلاج المحمض بالأحماض المعدنية قبل التغذية عليه بإضافة ٢ – ٥ كجم جير / ١٠٠ كجم سيلاج . ولعصيرية السيلاج فيتطلب كمية كبيرة من المساحيق الرابطة لإنتاج محببات رطبة مقبولة (٣٠ – ٤٠ ٪ رطوبة) ، ولهذا السبب فالسيلاج المخمر أفضل من السيلاج المحمض لانخفاض رطوبة الأول وقلة احتياجه للمواد الرابطة . ويضاف السيلاج مع

المواد الرابطة بنسبة ١ : ١ لأكلات اللحوم أو قد يخفف السيلاج عن ذلك للأنواع الأخرى ، وبعد الخلط مع المواد الجافة (الرابطة) تعاد للمفرمة ثانية للحصول على خيوط أسطوانية من العجينة فتجفف شمسيا على لوح خشب أو مشمع أو خيش لتمام الجفاف ثم تعبأ فى أجولة لحين الاستخدام . وقد تستخدم كعجينة بدون تحبيب وتجفيف . ويحفظ السيلاج فى أوانى بلاستيك أو براميل أو أكياس أو حفر مبطنة بالأسمنت مع العزل عن الهواء بإحكام الغلق . والسيلاج غذاء مقبول للأسماك وليس له تأثيرات سلبية على الأسماك ونموها وصحتها وتركيبها الكيماوى وخواصها الحسية Organoleptic properties .

وإضافة إلى الأسماك فهناك مصادر حيوانية أخرى سواء بحرية أو أرضية كالجمبرى الطازج ومسحوقه الجاف وبيضه (كغذاء لليرقات) ، وقد يستخدم الكبد والطحال (لغناهما بالفيتامينات والبروتين) طازجا أو مجمدا أو مجففا مع الطازج بنسبة ١ : ١ لتغذية فقس الأسماك ، كما يستخدم الدم كما هو أو مخلوطا مع الجبن الأبيض أو مع الطحال والخميرة كغذاء للفقس ، والجبن الأبيض المستخدم عديم الملح طازجا وإلا تخمر وصار ضارا . ومن منتجات الألبان كذلك يستخدم اللبن المجفف والكازين وشرش الجبن (عديم الملح) بعد تجفيفه . كما تنتج الحيوانات المائية الصغيرة فى أحواض خرسانية مطهرة بالجير الحى ومسمدة عضويا وتملأ بالماء مع استمرار التسميد العضوى أو بإضافة الدم الطازج أو اللحم أو مسحوق السمك حتى يظهر اللون الأخضر للطحالب واللون الأحمر للدافنيا Daphnia فتجمع يرقات الدافنيا والشيرونوميد Chironomid بشبكة دقيقة جدا وتغسل بالماء النظيف وتوزع لتغذية الفقس ، كما يمكن جمع الغذاء الطبيعى من الماء العميق بشباك يسحبها قارب ، كما يمكن جمع الضفادع والمحار وطحنها أو فرمها ، وإذا وضع مصدر للضوء (لمبة) على سطح الماء بارتفاع ١٠ - ٢٠ سم عند مدخل الماء فإنها تجمع الكثير من الحشرات المجنحة التى تسقط على الماء وتأكلها الأسماك .

العلائق المركزه الجافة : تشكل التغذية حوالى ٦٠ - ٦٥ ٪ من إجمالى تكاليف السمك ، لذا فمن المهم لاقتصادية الإنتاج أن يستفاد من التغذية الطبيعية والمخلفات البيئية رخيصة الأسعار ، وحبذا لو كانت التغذية الصناعية عبارة عن تغذية إضافية ولايعتمد فقط على التغذية الصناعية الكاملة . لذلك تمكن علماء تكنولوجيا العلف لمنظمة الأغذية والزراعة من استخدام المخلفات الزراعية وحققوا كفاءة تحويلية ١,٥ - ٢,٠ فى البلطى والقراميط فى إفريقيا الوسطى دون استخدام مسحوق السمك أو فول الصويا . والفدان من المزارع السمكية يلزمة ١,٢ طن علف (إضافة للغذاء الطبيعى) لتغطية احتياجات السمك الغذائية ، لذلك تحمل قطعان البط وغيرها من الحيوانات على المزارع السمكية لتخفيف الطلب على الأعلاف والأسمدة .

والأعلاف المركزة الجافة انتشرت فى مزارع الأسماك لسهولة تجهيزها فى نفس مصانع أعلاف الماشية والدواجن وغيرها . والعلف المركز الجاف توليفات متباينة المكونات حسب الغرض منها ووفرة وسعر المكونات المختلفة ، إذ تتكون من مكونات طازجة وأخرى جافة ، وبعضها نباتى والآخر حيوانى المصدر

بجانب الإضافات المختلفة . وقد تشتمل على مخلفات الدواجن ومسحوق اللحم وناتج التحلل المائى للريش ونواتج التخمر الساخن لمخلفات المجارى بجانب البيض والهوائم الحيوانية (كبديل جزئى لمسحوق السمك) كمصادر بروتينية ، وكذلك البطاطا والجزر ومخلفات الأسواق ومخلفات الخبز والأكساب والنخالة والحشائش والطحالب . وقد يحل الكازين أو الخميرة أو الطحالب محل السمك.

ومن الإضافات فى التغذية المركزة الجافة (المحببة) إضافة المضادات الحيوية مثل أوكسى تتراسيكلين (١٩٢ مجم / كجم علف) لخفض الفقد بالعدوى المرضية (كاستسقاء البطن) وهى لاتترك متبقيات Residues فى لحوم الأسماك بعد ٢ - ٣ أيام أى لاخطورة منها على المستهلك الآدمى .

وتنتشر فى الأسواق كثير من الأعلاف المركزة الجافة فى صورة بلانكتون صناعى يغنى عن الأغذية الحية كالطحالب الدقيقة والروتيفيرا والارتيميا ، ويتكون من بيض سمك وصفار ولبن فرز وبروتين سمك ومسحوق كبد وفيتامينات ومعادن ، وهو علف للأطوار الأولى من السمك يحتوى ٥٠ ٪ بروتين ، ٢٤ ٪ دهن ، أقل من ١٪ ألياف ، أقل من ٨٪ رماد ، أقل من ٨٪ رطوبة ، وذلك فى صورة كبسولات دقيقة Microcapsules (٣٠ - ٤٥٠ ميكرون) . كما تباع مساحيق الطحالب الخضراء المزرقة المجففة حجم جزيئاتها ٨ - ١٠ × ٢٠ ميكرون أو ٨ - ١٠ × ٥٠ - ١٠٠ ميكرون ، بمحتوى بروتينى ٥٥ - ٧٠ ٪ ودهنى ٤ - ٧٪ وكربوهيدراتى ١٥ - ٢٥ ٪ ومعدنى ٧ - ١٣ ٪ وليفى ٤ - ٧٪ ورطوبة ٣ - ٧ ٪ . وكذلك توجد قشور الجمبرى Brine Shrimp Flakes من الارتيميا Artemia Salina البالغة بعد معاملتها بالطرد Extrusion وإضافة مساحيق السمك والدم ومستخلص الخميرة ومركزات وزيوت الأسماك ، وذلك لتوفير احتياجات السمك والجمبرى من صبغات وأحماض دهنية ، ويحتوى على الأقل ٥٢ ٪ بروتين وكذلك ١٢ ٪ دهن و٨٪ رماد و ٦٪ رطوبة . كما يباع بيض الجمبرى Brine Shrimp Eggs (Artemia cysts) ويحتوى الجرام منه ٢٠٠ - ٤٢٠ ألف بيضة ، ويباع فى عبوات زنة نصف كيلو جرام مغلقة تحت تفريغ ، ويتم فقس البيض فى ظرف ١٥ - ٣٦ ساعة (بنسبة ٩٠ ٪) ، وهى أساس تغذية يرقات الأسماك والجمبرى كغذاء حى ، فيبلغ حجم تجارة بيض الارتيميا ٣٠٠ طن سنويا بسعر ٢٠ - ٨٠ دولار للكيلو جرام من البيض الجاف حسب خواصه ، ويتراكم بيض هذا الجمبرى الصغير على شواطىء البحيرات عالية الملوحة فى طبقات بنية محمرة ، وبعد تجهيز البيض لحفظه جافا يمكن إعادة حيويته بوضعه فى ماء مالح فيفقس فى ظرف ٢٤ ساعة تقريبا يرقات صغيرة Nauplii حرة السباحة بطول حوالى ٠,٤ مم ويمكنها بلوغ ١ سم فى الطول لكنها تصير غير مأكولة ليرقات الأسماك فى هذا الحجم .

وتقبل معظم أنواع الأسماك على الأعلاف الصناعية المحببة Pelletized artificial feeds والتى تعامل عند تجهيزها بعد الطحن والخلط بالمعاملات الحرارية لتساعد على التكعيب Pelleting ولتحسين خواص العلف . ففى هذه المعاملات الحرارية يمكن تثبيط وتحطيم بعض المركبت غير الغذائية أو السامة

خاصة بعد الطحن الذى يزيد مسطح جزيئات العلف المعرضة للحرارة ، فيزيد استهلاك العلف والاستفادة منه .

ومن طرق المعاملة لرفع القيمة الغذائية :

١ - الحرارة الجافة أو الأشعة تحت الحمراء لمدة ٢٠ - ٥٠ ثانية على ٢٥٠ °م فيثبط مثبط التربسين فى مخلفات الصويا ، ويتم التجفيف وتطول مدة الحفظ .

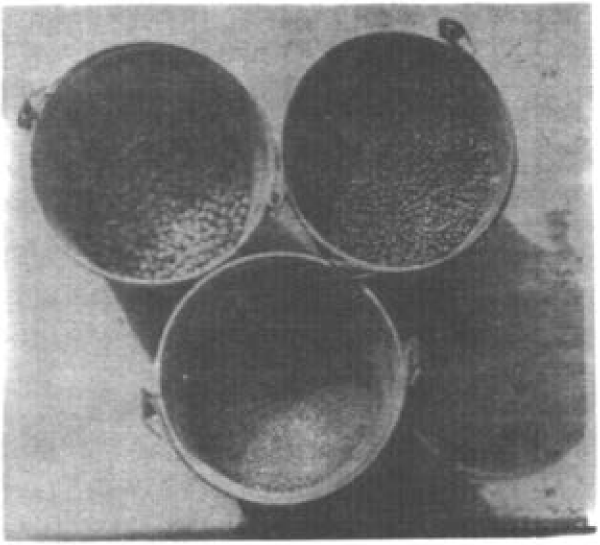
٢ - الطرد أو الدفع Extrusion يولد حرارة مرتفعة نتيجة الاحتكاك ، ويتم تحت ضغط مرتفع ويؤدى إلى الجلتنة Gelatinization فيساعد على هضم النشا ، ويتم تحت ظروف جافة أورطبة ، ويساعد على إتلاف الأفلاتوكسين .

٣ - التسخين الرطب Expansion وهو طبخ تحت ضغط مرتفع بالبخار أو الماء يليه تجفيف .

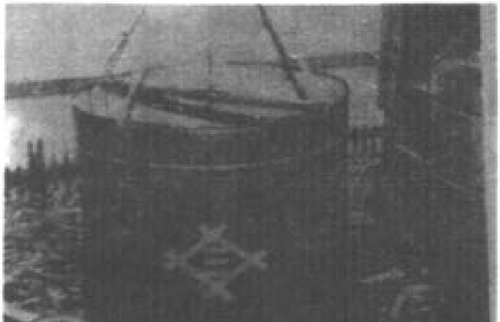
٤ - الهضم الإنزيمى أو التخمر (سيلجة Ensilage) بالأحماض أو البكتيريا ، أو الهضم بالقلويات كالصودا الكاوية للمخلفات الغنية بالسليلوز واللجنين .

٥ - إغناء العليقة بمصادر بروتينية أو بالأحماض الأمينية الضرورية التى تعوز مكوناتها .

وتحتاج مزارع الأسماك إلى موزعات العلف الجاف Dry feed dispensers أو قد يوزع يدويا إذا لم تتوفر الوسائل الميكانيكية أى الموزعات الآلية Automatic dispensers التى تعمل بالكهرباء ، والتوزيع اليدوى يكون على الضفاف أو باستخدام قارب . وهناك غذايات تعمل بواسطة السمك ذاته ، وفى الإنتاج المتسع تستخدم ناثرات Blowers تقذف بالحبوب أوالمكعبات بمقننات فى أوقات محددة .



أعلاف محببة Pellets للأسماك مختلفة الأحجام



سمك ثعبان يتغذى تغذية مكثفة على غذاء مركز جاف

استهـلاك الغـذاء :

يختلف مستوى التغذية كثيرا باختلاف نوع السمك وعمره ومرحلة نموه وحالته الصحية والفسيولوجية والظروف الجوية والموسم من السنة ونظام التغذية والإنتاج وغير ذلك . ففى البلطى مثلا وزن ٦٥ جم فى نظام مغلق يكون أفضل مستوى تغذية هو ٢٪ من وزن الجسم يوميا (على ٣ وجبات يومية) . وإذا كان أفضل معدل تحويل غذائى فى البلطى الموزمبيقى على معدل تغذية ٢ ٪ ، فإن أفضل معدل تحويل غذائى للبلطى النيلى يكون على معدل تغذية ١٪ من وزن الجسم يوميا . وأفضل معدل تغذية اقتصادية يكون أقل من معدل التغذية اللازم لأقصى نمو . والمستوى الأمثل لتغذية البلطى الأخضر T.zilli صناعيا تراوح مابين ٤ – ٦ ٪ من وزن الجسم يوميا . ولقد أعطى سمك المبروك اللامع Mirror Carp عند تغذيته بمستوى ٢٪ من حيز الجسم التمثيلى (وزن الجسم) ٠,٨٠ للأصبعيات (١٥ – ٢٢ جم) أعطى معامل تحويل غذائى حوالى ١ كجم علف / كجم زيادة فى وزن الجسم وذلك تحت ظروف الإنتاج المكثف ، إلا أن زيادة مستوى التغذية يخفض من كفاءة الاستفادة الغذائية لانخفاض الهضم وبالتالى الاستفادة بجانب زيادة استهلاك الأوكسجين وزيادة العمليات الميتابوليزمية بالجسم ، لكن زيادة كل من مستوى وتكرار التغذية تحسن من النمو والاستفادة الغذائية ، وأيضا زيادة عدد مرات التغذية تحسن من النمو ومن الاستفادة الغذائية للسمك . وعلى ماسبق ينصح بتحديد مستوى تغذية السمك لضمان كفاءة الاستفادة من الغذاء وطاقته وبروتينه ، والتى تتوقف على نوع السمك ومستوى التغذية وغير ذلك من عوامل الإنتاج .

ونظرا لتوقف كمية وتركيب علائق التغذية الصناعية على احتياجات السمك الكلية ومدى وفرة الغذاء الطبيعى ، وهما عنصران متغيران ، فإن تحديد الاحتياجات من العلائق التكميلية تعد عملية صعبة جدا . ومثالا على ذلك : حوض سعته ٣ هكتارات ، كفاءته البيولوجية (B) أى قيمته الغذائية ٦ (B لهامدى من ١ إلى ١٠) ، يراد تربية المبروك فى الحوض حتى وزن كيلو جرام علما بأن معدل الفقد ١٠ ٪ ، وزيادة الإنتاج الطبيعى الراجع للتسميد يتوقع أن يكون حوالى ٦٦٪ ، والمستهدف زيادة الإنتاج الطبيعى المقدر ٤ أضعاف بواسطة التغذية الصناعية ، فما هى الاحتياجات الغذائية من عليقة معدل تحويلها ٤ علما بأن معامل الإنتاجية (k) ٣ .

الحل : الإنتاجيـــة الطبيعية للحوض (K) تقدر من المعادلة الخاصة بالإنتاجية فى الأحواض الصناعية :

$$K = Na / 10 . B . k$$

حيث Na مساحة الحوض بالآر Are [بينما إنتاجية المجرى المائى : K = B.L.k حيث L المقدرة البيولوجية لمتوسط عرض المجرى] والآر ١٠٠ م^2 (٠,٠١ هكتار أو $\frac{١}{٤٠}$ من الأكر Acre حيث الأكر ٠,٤ هكتار أو ٤٠٠٠ م^2)

∴ الإنتاجية الطبيعية K =

$$k = \frac{Na}{10} \times B \times K = \frac{3 \times 100}{10} \times 6 \times 3 = 540 \text{ Kg}$$

والإنتاجية الراجعة للتسميد ٦٦٪ =

$$540 \times 0.66 = 356.4 \text{ Kg}$$

أى أن الإنتاجية المحسوبة طبيعيا =

$$540 + 356.4 = 896.4 \text{ Kg}$$

والإنتاجية الكلية المطلوبة لتعادل ٤ أضعاف الإنتاج المحسوب طبيعيا =

$$896.4 \times 4 = 3585.6 \text{ Kg}$$

فالإنتاجية الراجعة للتغذية الصناعية =

$$3585.6 - 896.4 = 2689.2 \text{ Kg}$$

وإذا كانت العليقة معدل تحويلها ٤ فان الغذاء المتطلب =

$$2689.2 \times 4 = 10756.8 \text{ Kg}$$

ويكون معدل تخزين السمك (بالعدد) = $\frac{\text{الإنتاج أو النمو المستهدف كجم}}{\text{النمو الفردى كجم}}$ + الفقد (بالعدد)

$$= \frac{٣٥٨٥,٦}{١} + \frac{٣٥٨٥,٦ \times ١٠}{١٠٠} = ٣٩٤٤$$

طرق تقدير استهلاك الغذاء في السمك :

تتعدد الطرق ، وقد يمكن حصرها تحت نوعين وذلك للاستدلال على حالة السمك الغذائية .

١ - **التقدير النوعى** : ويشمل تحليل مكونات المعدة وتحديد نسبة تواجد كل نوع من الغذاء ، وعدد كل نوع غذائى كنسبة مئوية من العدد الكلى للأغذية الموجودة بالمعدة ، والأنواع الأكثر تواجدا ، والحجم الكلى للمعدة وحجم كل نوع غذائى بالمعدة ، ونسبة حجم كل غذاء من الحجم الكلى للمعدة ، الوزن الجاف للغذاء الكلى بالمعدة كنسبة مئوية ، وقد يقدر الوزن الرطب لكل غذاء على حدة وللأغذية كلها فى المعدة ، أو بطريقة النقط ، إذ يعطى كل غذاء نقط تمثل تكراره وحجمه وهى تشبه الطريقة الحجمية أو الوزنية .

وقد تقدر الحالة الغذائية بتحليل عضلات السمك (بعد إزالة الأمعاء والمناسل ومثانة العوم والكبد)

سواء للطاقة أو للمادة الجافة ، على أساس أن التجويف البطني والعضلات تعتبر مخازن الطاقة الرئيسية في كثير من الأسماك .

وقد يعبر عن دليل الأمعاء Gut index كنسبة المادة الجافة للأمعاء إلى وزنها الرطب ، حيث إن المادة الجافة (أو الطاقة) في الأمعاء تؤخذ كذلك كمؤشر عام للحالة الغذائية . كما قد يستخدم عامل الحالة Condition factor (K) للدلالة على الحالة الغذائية العامة للسمك . كما يستخدم أيضا دليل الكبد Liver index (٪ وزن الكبد من وزن الجسم) كبديل لعامل الحالة (K) أو لدليل الأمعاء كبدائل للدلالة على الحالة الغذائية العامة Gross Nutritional State .

٢ - **أفضل طرق التقدير** هي مابني على تسجيل كمية وحجم عناصر الغذاء في المعدة ، وهناك طرق حجمية وأخرى وزنية وثالثة متعددة ، فيمكن قياس متوسط الوزن الجاف لأنواع الغذاء Prey ويعبر عنها بالوحدات الوزنية ، كما يستخدم متوسط الوزن الكلي لمحتوى المعدة بالنسبة لوزن السمك للتدليل على السلوك الغذائي ، واختلافات متوسط وزن محتوى المعدة على مدار عام يدلل على اختلافات شدة التغذية وكثافتها وقد يعبر عن الوزن رطب أو جاف . ولدراسة تقييم العلف بالطرق الوزنية لايفضل الاعتماد على وزن محتويات المعدة بل يعتمد على قيمة الغذاء السعرية (الحرارية) أي قيمة طاقته . والدليل الذي أخذ بالاعتبار مختلف مصادر القياس هو الدليل الأصوب في هذا التقدير لذا يستخدم دليل الأهمية النسبية Index of Relatvie Importance (IRI) الذي يتضمن النسبة المئوية للعدد (%N) أي كمي ، وكذلك النسبة المئوية للحجم (%V) أي حجمي (أو وزني) ، وتكرار وجود (F) الغذاء

$$IRI = (\%N + \%V) \times \%F$$

وقد ينشأ خطأ في حساب دلائل أهمية الغذاء من جراء وجود أي مصدر غذائي غير ملائم للسمك (كالهياكل العظمية والقشور) لكنه قد يوجد في محتويات المعدة ، أو لإطالة فترة الصيام ، أو لعدم وجود غذاء ، أو لمحتوى الغذاء المرتفع في الدهون ، أو لحرارة الماء ، أو لاختلاف في معاملات الهضم .

فتقدير استهلاك الغذاء وأهميته يقدر بطرق نوعية وأخرى كمية (وزنية أو حجمية) ويتخلله تقديرات كيماوية (كالمادة الجافة أو الطاقة أو البروتين) وقد يتطلب الأمر إجراء تجارب تغذية في أحواض لدراسة كفاءة تحويل الغذاء إلى لحم في السمك مع قياس طاقة الغذاء والروث الناتج من التغذية على القدر المطعوم من الغذاء المختبر . **ومن الطرق المستخدمة في تقدير كمية الغذاء التي تتطلبها الأسماك :**

أ - قياس مباشر للكم المستهلك في وجبة معينة أو في فترة زمنية معينة .

ب - قياس معدل تفريغ المعدة (كوحدات وزنية من الغذاء تنتقل في وحدة الزمن) كمقياس دائم القياس في الدراسات الفسيولوجية الغذائية على العوامل المؤثرة في التغذية والهضم . وقد يقدر الاستهلاك الغذائي اليومي من هذه النتائج على افتراض أن متوسط معدل مرور الغذاء إلى الخارج (من المعدة) ينبغي أن يساوي متوسط معدل الاستهلاك .

جـ - ميزان الطاقة أو النيتروجين ، إذ ينبغى تقدير استهلاك الغذاء للسمك على أساس احتياجاته للطاقة أو النيتروجين ، أو العلاقة ما بين استهلاك الغذاء والنمو .

ويتم فى المعمل قياس كل من استهلاك وإخراج وامتصاص الغذاء والعمليات الميتابولزمية والنمو لمعرفة احتياجات الأسماك الغذائية وتكوين علائقها أو لدراسة فسيولوجيا التغذية وعمليات الهضم ورعاية الأسماك ، رغم أن الظروف المعملية تشكل غالبا ضغوطا واضطرابات للأسماك تحت التجربة أو تكون النظم الغذائية غير طبيعية أو غير قابلة للتحقيق مما قد يؤثر على النتائج ويجعلها متباينة كثيرا لنفس الأنواع باختلاف الباحثين أو ظروف التجارب . ويقدر معدل استهلاك الغذاء كنسبة مئوية من وزن الجسم ، وذلك كنسبة مئوية للعلف المستهلك فى فترة ما (أسبوعين) مقسوما على نصف حاصل جمع وزن السمك فى أول ونهاية فترة التغذية (أسبوعين) .

استهلاك الغذاء وإخراجه :

يتم قياسها بتتبع وجبة قابلة للتعرف عليها بواسطة طرق مختلفة منها :

١ - الملاحظة المباشرة لنشاط التغذية بتقديم أغذية معروفة الوزن والعدد وملاحظة عدد المأكول منها بالنظر أو بتسجيل نشاط التغذية على فيلم ، ويعيب الملاحظة بالنظر أنه لايمكن تعقب أكثر من سمكة واحدة فى نفس الوقت كما أن كل سمكة تحتاج إلى حوض منفرد وينبغى استخدام أغذية طافية لكن الفيلم يسجل لمجموعة أسماك فى نفس الحوض . ويمكن حساب استهلاك الغذاء بالفرق بين الغذاء المضاف والمتبقى بعد فترة التجربة ، سواء فى حوض لمجموعة أسماك أو حوض منفصل لكل سمكة ويفصل الغذاء المتبقى سواء بترشيح ماء الصرف أو بجمعه من أسفل قاع مثقب مزدوج.

٢ - فحص محتويات المعدة لمعرفة استهلاك الغذاء ومعدل مروره ونوع الغذاء المأكول . فتغذى مجموعة أسماك لحد الشبع ثم يذبح أو يقتل منها على فترات لقياس معدل مرور الغذاء ، ويجب صيام الأسماك قبل التجربة لعدم اضطراب النتائج لتداخل غذاء آخر . ولإزالة محتويات الجهاز الهضمى بسهولة يمكن تجميد السمك قبل فتحه وبعد التسييح الجزئى يمكن إزالة المحتويات ككتلة واحدة مع عدم تلوثها بمواد من الجهاز الهضمى نفسه (طلائية أو مخاطية) ، ويقسم الجهاز الهضمى إلى عدة مناطق ويتبع مرور الغذاء من المعدة والأجزاء التالية لها . وهذه الطريقة غير مناسبة مع الأسماك الصغيرة لصعوبة تشريحها . ويمكن تعليم الغذاء بالصبغة (National Fast Blue 2 g / 1) ففى هذه الحالة يقدر معدل مرور الغذاء دون الحاجة إلى صيام الأسماك قبل أو بعد التغذية على الغذاء المختبر . وللتغلب على مشاكل الاضطرار إلى قتل السمك فيمكن أخذ محتويات المعدة من السمك الحي بوضع أنبوبة أختبار فى المرىء والضغط على جانبى السمكة لإخراج الغذاء من الفم ، وهناك مضخة معدة يمر فيها الماء باندفاع من أنبوبة مثبت عليها صمام يسمح بالمرور فى اتجاه واحد فيسحب محتويات المعدة ،

وهناك أجهزة أخرى عبارة عن أنبوبة واحدة تصل إلى المعدة ، وهناك جامع عينات المعدة مكون من سرنجتين ، إحداهما تضخ ماء للمعدة خلال أنبوبة فيسحب الغذاء من المعدة إلى السرنجة الأخرى ، كما يمكن ضخ الماء من فتحة الإست للحصول على محتويات المعدة من الفم . وهذه الطرق تخرج على الأقل ٩٥٪ من الغذاء مع القليل من التأثيرات على الحيوية والنمو بعد ذلك . وقد يستخدم الملقط فى تفريغ المعدة ، أو تستخدم المقيئات Emetics كحمض الزرنيخوز وأبو مورفين بالحقن فى المعدة إلا أنها تسبب النفوق (بنسبة عالية) ، كما أن مضخة المعدة قد تؤدى إلى تمزق مابين المرىء والمعدة .

٣ – استخدام النظائر المشعة وأشعة إكس لاتتطلب إزالة محتويات الجهاز الهضمى ، وبالتالى تتلافى مشاكل الحصول على الغذاء من الجهاز الهضمى ، سواء والسمك حى أومقتول . لذلك يبحث عن تراكم الإشعاع نتيجة التغذية على عليقة محتوية على نظير مشع غالبا سيزيوم ١٣٧ للتعبير عن استهلاك الغذاء ومروره . وعيب هذه الطريقة هو خطورة التعامل مع المواد المشعة فى إعداد العلف ومتبقياته فى العلف والماء والسمك كما أنها تقيس استهلاك الغذاء بطريقة غير مباشرة لكنها تمتاز بعدم الحاجة إلى قتل السمك ، كما أنها تمكن من قياس استهلاك الغذاء ومعدل المرور للغذاء على نفس السمكة ، كما أنه لايحتاج إلى صيام السمك . ويمكن أخذ صور بأشعة إكس لأسماك بعد تخديرها بعد التغذية على عليقة محتوية على مسحوق (برادة) حديد (بقطر جزيئات ١٠٠ – ٢٠٠ ميكرون) بتركيز ٥٪ من العليقة ، ولاتحتاج الأسماك إلى الصيام قبل أو بعد الغذاء المرقم ، ويمكن تتبع جزيئات الحديد فى الجهاز الهضمى على صورة أشعة إكس ، وتشير عدد جزيئات الحديد الموجودة مباشرة بعد التغذية إلى تقدير استهلاك الغذاء بينما يشير النقص فى جزيئات الحديد إلى معدل المرور . وهذه الطريقة أسهل وعديمة الخطورة مقارنة باستخدام النظائر المشعة .

٤ – غذايات حسب الطلب Demand Feeders : تعود الأسماك على الحصول على غذائها حسب الطلب بالضغط على نراع وتحسب عدد الحركات فى وحدة الزمن لدراسة سلوك التغذية الاختيارية للسمك بالنسبة للمتغيرات البيئية كالضوء والحرارة وجودة العلف (محتواه من الطاقة ، تنوقه ، وغير ذلك) وغيرها ، وحيث كل نقرة على الغذاية تمثل كمية معلومة من الغذاء فبحساب عدد النقرات يمكن حساب كمية العلف المستهلك فى وحدة الزمن .

٥ – إنتاج الروث وتتبعه يشير إلى وقت تفريغ القناة الهضمية ويمكن صبغ الغذاء بالكارمين Carmine وتتبع خروج الروث المصبوغ بالأحمر الفاتح لحساب زمن مرور الغذاء بالجهاز الهضمى .

وتتوقف علاقة السمك بغذائه على عوامل عديدة متداخلة مما يؤدى إلى تعقيدها ومن بينها الحرارة والضوء والملوحة وحجم السمك والنشاط والسلوك والشهية ونظام التغذية والصيام والضغوط Stresses ونوع الغذاء . **فمن بين العوامل المؤثرة على احتياجات الأسماك من الطاقة (الغذاء) مايلى :**

١ – **نوع الأسماك** : متوسط معدل التغذية لأسماك المناطق الحارة ١٦,٧ ٪ (١,٤ – ٣٦,٠ ٪) والمناطق المعتدلة ٥,٩ ٪ (١,٨ – ١٧,٣ ٪) من وزن الجسم / يوم وذلك من دراسات عديدة على أنواع سمكية متعددة . إذ أن لدرجة الحرارة تأثيرا هاما على استهلاك الغذاء فى الأسماك ، ولذلك ثبت أن معدل تغذية الأسماك الاستوائية حوالى ١٨٠ ٪ أكثر من متوسط استهلاك أنواع المناطق المعتدلة وذلك لارتفاع الميتابوليزم القاعدى (الأساسى أو القياسى) أى احتياجات حفظ الحياة لأسماك المناطق الحارة طبقا لارتفاع درجة حرارة البيئة ، إذ تفقد أسماك المناطق الحارة ٢,١ كيلو جول / كجم / ساعة بارتفاع ٧٠٪ عن متوسط قيمة أنواع المناطق المعتدلة (١,٢ كيلو جول / كجم / ساعة) وعليه فارتفاع درجة الحرارة لايزيد احتياجات الحفظ فقط بل كذلك يزيد معدل التغذية إلا أن ارتفاع معدل التغذية (١٨٠ ٪) حوالى ٢,٥ مرة أكبر من الزيادة (٧٠ ٪) الملحوظة فى ميتابوليزم الحفظ ، وهذا الفرق (١١٠ ٪) ربما يرجع لسرعة وكفاءة النمو التى تميز الأسماك الحارة نظرا لأن الأسماك من ذوات الدم البارد أى متغيرة درجة حرارتها بتغير درجة حرارة الماء بما يتبعه من تغيير معدل الميتابوليزم وما يرتبط به من تغييرات فى معدلات التنفس واستهلاك الأوكسجين والاحتياجات إلى الطاقة (الغذاء) ويؤثر بالتالى على النمو .

وعلى نفس درجة الحرارة تتباين الأسماك المختلفة فى معدل تنفسها واحتياجها إلى الطاقة ، لكن عموما بانخفاض درجة حرارة الماء تتحمل الأسماك الصيام أكثر من وجودها فى ماء أعلى فى درجة الحرارة .

والأسماك التى تتنفس الهواء الجوى تفقد طاقة أكبر كلما كان الماء عميقا للمجهود المبذول فى العوم للصعود من القاع إلى سطح الماء لتتنفس الهواء الجوى ، مما يؤدى إلى زيادة معدل التغذية بزيادة عمق الماء الذى تسكنه ، وإذا لم يتوفر الغذاء فإن السمك يخفض من تكرار صعوده لسطح الماء ليوفر الطاقة ، وعليه فمعدل التغذية يتوقف على كل من عمق الماء ووفرة الغذاء . وفى حالة الصيام تخفض الأسماك من تكرار ظهورها للسطح للتنفس بحوالى ٧٠٪ إذ تخفض من الفعل الديناميكى النوعى وعليه ينخفض معدل الميتابوليزم (إلى ٠,٢٥ مل أوكسجين / جم / ساعة) لكن ليس إلى نفس الحد الذى يمكن للأسماك التى تتنفس بالخياشيم والتى يمكن أن تخفض معدل استهلاكها للأوكسجين إليه (٠,١١ مل أوكسجين / جم / ساعة) لأنها تضطر إلى الصعود لسطح الماء للتنفس لتظل حية . والأسماك التى تتنفس الهواء الجوى كبيرة الحجم تقل فيها علاقة عمق الماء بتكرار صعودها للسطح وبمعدل التغذية لأن لها معدلا ميتابوليزم منخفضا نسبيا ، كما أنها فى كل مرة تنفس تسحب حجم أكبر من الأوكسجين فلا تضطر إلى تكرار صعودها للسطح كثيرا كما أنها لاتتطلب معدل تغذية عال رغم عمق الماء .

٢ – **حجم السمك** : الأسماك الكبيرة لها معدلات ميتابوليزم أساسى أقل من الأسماك الصغيرة ، وذلك لأن السمك الكبير له مسطح جسم نسبيا أقل مما للسمك الصغير (الوزن الميتابوليزمى للسمك الكبير = و^{٠,٨٠} بينما للسمك الصغير = و^{٠,٤٠} حيث و = وزن الجسم) وبالتالى تكون الاحتياجات الغذائية الحافظة للسمك الكبير أقل لانخفاض فقدها للطاقة (إلى الماء) بزيادة وزن الجسم (أى بنقص

المسطح النسبى للجسم) أو عمر السمك ونموه .

وعليه عند حفظ السمك على مستوى عليقة منخفض فإن معدلات النمو والكفاءة الكلية للتحويل الغذائى للسمك الكبير تكون أعظم عنه للسمك الصغير ، إلا أنه بزيادة مستوى التغذية فإن السمك الكبير يبدأ فى إظهار انخفاض كفاءته الكلية بينما السمك الصغير تزيد كفاءته . وبزيادة طول السمك المفترس (آكل اللحوم) Predators يزيد تدريجيا حجم الغذاء (الفريسة) Prey ويختلف نوعه ، وقد يتوقف حجم الفريسة كذلك على درجة شبع السمك ذاته وكذلك على وفرة الغذاء . وهناك تناسب مباشر بين الغذاء المستهلك ووزن الجسم رغم زيادة العليقة بارتفاع درجة الحرارة .

٣ - **النشاط الفسيولوجى** : فى أثناء تناسل الأسماك تميل معظمها إلى الصيام وعدم استهلاك الغذاء ، رغم فقدها لطاقة جسمها لإنتاج وإخراج البيض والمنى . وبالصيام ينخفض معدل التنفس والميتابوليزم . وزيادة نشاط السمك بالحركة والعوم تزيد احتياجاته للطاقة فيزيد معدل ميتابوليزمة ومعدل تنفسه عما هو عليه فى حالة الراحة وعدم الحركة .

٤ - **التغذية** : الأغنية البروتينية (الحيوانية) تزيد احتياجات السمك للطاقة (فيزيد معدل استهلاك الغذاء) اللازمة لهدم البروتين وإخراج نواتج ميتابوليزمة ، لذا يستخدم جزء من البروتين كمصدر للطاقة ، فبارتفاع نسبة بروتين الغذاء يزيد معدل التمثيل الأساسى فى السمك . بينما الأسماك آكلة العشب احتياجاتها من الطاقة أقل وتكون أساسا من الكربوهيدرات والدهون . وبزيادة رماد (معادن) العليقة تزيد احتياجات الطاقة للتخلص من هذه المعادن الممتصة . وعند تخفيف العليقة كأن يضاف إليها مثلاكاولين Kaolin ، فإن السمك يزيد من استهلاكه للغذاء سواء بزيادة تكرار التغذية وكذلك بزيادة معدل تفريغ المعدة.

٥ - **العوامل البيئية** : تؤثرعلى استهلاك الغذاء واحتياجات الطاقة من خلال تأثيرها على نشاط السمك وفقده للطاقة ، فالضوء يزيد النشاط بما يتبعه من فقد للطاقة ، ونقص الأوكسجين الذائب فى الماء يزيد من معدل التنفس والحاجة إلى الطاقة وينخفض متوسط معدل الاستهلاك اليومى للغذاء بانخفاض الأوكسجين الذائب فى الماء عن ٤ مجم / لتر بمقدار ٤٠ ٪ تقريبا فى مبروك الحشائش ، مما أدى للاعتقاد بإمكانية التحكم فى كمية الغذاء المستهلك بالتحكم فى الأوكسجين المتوفرفى الماء تحت ظروف معينة ، كذلك الملوثات العضوية وكبريتيد الهيدروجين تزيد الميتابوليزم القاعدى (الأساسى) ، وشدة التيارات المائية تدفع الأسماك لفقد الطاقة مما يزيد الاحتياجات الغذائية للنمو . كما أن انخفاض كثافة تخزين السمك تزيد استهلاكه من الغذاء ، وارتفاع درجة حرارة الماء تزيد معدل استهلاك الغذاء ، كما يتأثر استهلاك الغذاء بملوحة الماء .

كما يتوقف استهلاك الغذاء كذلك على احتياجات السمك الميتابوليزمية وعلى امتلاء المعدة ، ويتوقف الغذاء فى المعدة على معدل استهلاك الغذاء ومعدل تفريغه من الجسم . ويقف استهلاك الغذاء بامتلاء المعدة بغض النظر عن الاحتياجات الميتابوليزمية ، فهناك علاقة عكسية بين شهية السمك للأكل ودرجة امتلاء

المعدة. وإطالة فترة الصيام تخفض من معدل تفريغ الغذاء من الجسم فيراعى ذلك عند تصميم تجارب التغذية لتفاديها . وعموما ترتبط الشهية أو الرغبة للأكل بتفريغ المعدة Gastric Empting

الزمن اللازم للشبع Satiety (Satiation) time :

تصل الأسماك آكلة اللحوم لحد الشبع إذا ما استنفذت ١ - ٣ ساعات كل يوم فى التغذية ، تتعامل خلالها مع غذاء يبلغ ٠,٠٤ - ٠,١٢٪ أو أقل . بينما الأسماك آكلة العشب تحتاج لقضم وتحطيم أنسجة النبات الصلبة وربما تطحن وتبتلع كميات محسوسة من المرجان والصخور والرمال مما يستهلك وقتا ، فبالنسبة لآكلات الأعشاب من طحالب ونباتات تقضى ٨ - ١٤ ساعة وتتعامل فى كل ساعة مع كم غذاء أقل (٠,٠٢ - ٠,٠١ ٪ من وزن الجسم لكل ساعة) مما فى حالة آكلات اللحوم . أما آكلات الفتات Detritivores التى تعوم قرب القاع وتبتلع الجزيئات الدقيقة فتستمر تغذيتها طويلا حتى ٢٤ ساعة فى اليوم ، فإنها ترشح حوالى ١٠٠ جم رواسب جافة لتحصل على ١ جم مغذيات جافة ، و على ذلك فقد لاتوجد حالة شبع فى الأسماك الآكلة بالترشيح وإن كان يمكن إحداث الشبع فى ظرف ساعة بتغذية معينة ، وتتوقف حالة الشبع فى هذه الأنواع على سرعة العوم ، لكن تتغذى الأسماك باستمرار بمعدل ثابت طالما توفر الغذاء فى الماء . ويؤثر حجم وكثافة جزيئات الغذاء على وقت الشبع ومعدل التغذية للأسماك ، إذ أن أنخفاض كثافة الغذاء يستدعى السمك أن يبحث عن مزيد من الطعام فى حيز كبير من الماء ، كما أن صغر جزيئات الغذاء بالنسبة لحجم السمك يخفض من كفاءة التغذية ، وعموما يقدم الغذاء الصناعى فى شكل عائم Floating أو عجينة (مبسوس أو مرطب) Paste إلى غير ذلك من الأشكال .

ويتوقف الوقت اللازم للشبع ليس فقط على نوع السمك (وتغذيته) بل أيضا على عمر (حجم) السمك ومدة الصيام السابقة للأكل ومعدل الاستهلاك وتفريغ المعدة والشهية وحجم جزيئات الغذاء وأنواعه . فحجم جزيئات الغذاء المختاره من قبل السمك تزيد بزيادة حجم السمك ، فالسمك الكبير لاياكل جزيئات الغذاء الصغيرة رغم وفرتها ، لكن يزداد معدل التغذية بوفرة الأحجام المناسبة لجزيئات الغذاء وذلك لامتياز السمك باختياريتها للغذاء Prey selection .

تفريغ المعدة Gastric Emptying or Gastric Evacuation :

تستبقى آكلات العشب جزء فقط من الغذاء المهضوم بينما معظم الغذاء يمر إلى الأمعاء ويمتص منه القليل ، لذلك فإن آكلات العشب لاتمتص سوى حوالى ٦٢ ٪ من الماده النباتية ، بينما فى آكلات اللحوم فإنها تنهش باستمرار فى الغذاء وتمرره إلى الأمعاء لمزيد من الهضم والامتصاص ، والفرق بين نوعى الأسماك هذه من حيث نظام الهضم ينعكس فى زمن تفريغ المعدة . فنجد فى آكلات العشب أنها تخرج ١٠٠ ٪ من الغذاء النباتى المستهلك فى حوالى ٦ ساعات (٣ - ١٠ ساعات) بينما تفريغ معدة آكلات اللحوم فى حوالى ٢٢ ساعة (٦ - ٤٨ ساعة) ولذلك نجد كفاءة الامتصاص فى آكلات النفايات ٤٢٪ ، وفى آكلات العشب ٣١ - ٨٨ ٪ ، وفى آكلات اللحوم ٨٥ - ٩٨ ٪ لمختلف المصادر الغذائية وذلك للعديد من

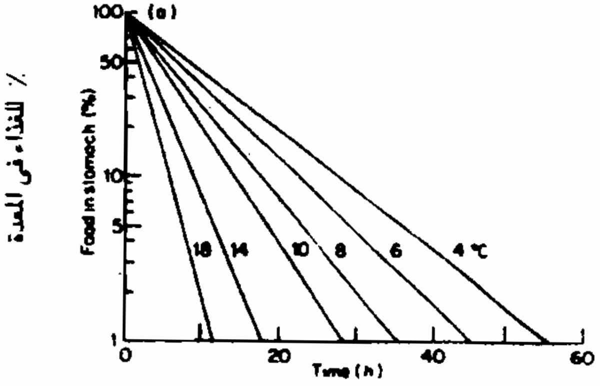
الأنواع السمكية داخل كل مجموعة (من حيث التغذية) سمكية . فأى عامل يخفض من زمن امتصاص الغذاء فى القناة الهضمية يخفض كذلك من كفاءة الامتصاص ، فآكلات العشب تستبقى الطعام وقتا أقصر فى المعدة (هضم جزئى) فبالتالى تنخفض كفاءة الامتصاص للغذاء . كما أن آكلات النفايات تستطيع فقط سحق جزئى لنفايات النباتات والطحالب ، وحوالى ٢٠ - ٣٠٪ من الغذاء يمر فى حالة غير مهضومة فى الجهاز الهضمى ، وكذلك تمر كميات كبيرة من الرواسب منخفضة القيمة الحرارية خلال المعدة ، فهذه المواد تمر عادة بسرعة من المعدة كمحاولة لحفظ معدل دوران الطاقة ثابتا نسبيا .

ويتناسب معدل تفريغ المعدة (مجم غذاء / جم وزن حى / ساعة) مع معدل التغذية (٪ من وزن الجسم / يوم) فقد كان معدل تفريغ المعدة ١,٠ ، ٠,٥ ، ٠,٠٥ مجم / جم / ساعة عند معدل تغذية ٢,٠ ، ١,٠ ، ٠,١٠ ٪ من وزن الجسم / يوم على الترتيب . فمعدل التفريغ فى آكلات العشب أسرع منه فى آكلات اللحوم لأن معدل تغذية الأولى أكبر من الأخيرة ولارتباط معدل التفريغ للمعدة بتركيز طاقة العليقة التى بزيادتها يزيد زمن إفراغ المعدة . وينخفض معدل تفريغ المعدة بارتفاع مستوى النشاط للسمك .

وتؤثر درجة الحرارة على سرعة مرور الغذاء فى القناة الهضمية للأسماك ، فبارتفاع درجة حرارة السالمون من ٨ إلى ١٨ °م ينخفض ، زمن تفريغ القناة الهضمية بنسبة ١٠٠ ٪ من ٥٠ إلى ٣٠ ساعة ، وبارتفاع درجة الحرارة من ١٢ إلى ٢٦ ° م لأسماك المبروك انخفض هذا الزمن من ٦٠ إلى ٤ ساعات وذلك لزيادة استهلاك الغذاء وكذلك لارتفاع معاملات الهضم بزيادة درجة الحرارة . كما يختلف الزمن اللازم لتفريغ المعدة باختلاف وزن السمك ، إذ قد يتناسب حجم المعدة مع وزن الجسم فى بعض الأنواع ، وتتوقف شهية السمك على تفريغ معدتها ، ويزيد الزمن اللازم لتفريغ المعدة بزيادة وزن السمك . ويختلف كذلك زمن إفراغ المعدة باختلاف نوع الغذاء ذاته وتركيبه الكيماوى . وعند تساوى معدل التغذية (٪ من وزن الجسم) فإن تفريغ المعدة كاملا يتباين نسبيا باختلاف وزن الجسم للسمك ، وعند ثبات حجم السمك فإن تفريغ المعدة يتوقف على حجم الوجبة (معدل التغذية) . إذ يتوقف معدل الهضم على درجة الحرارة فيزيد بزيادتها ، كما يتأثر الهضم بحجم السمك وحجم الوجبة وتتابع الوجبات وحجم جزيئات الغذاء وغير ذلك . إذ توجد علاقة مباشرة بين إفراز العصير المعدى ودرجة الحرارة ، فزيادتها ١٠ °م يزيد معدل الهضم ٣ - ٤ أضعاف عنه على درجة الحرارة المثلى .

علاقة تفريغ المعدة

وزمنه بدرجة الحرارة



ومعدل تفريغ المعدة للأسماك المحبوسة فى أقفاص أقل منه فى الأسماك الحرة مما يؤثر على تقدير الاستفادة الغذائية .

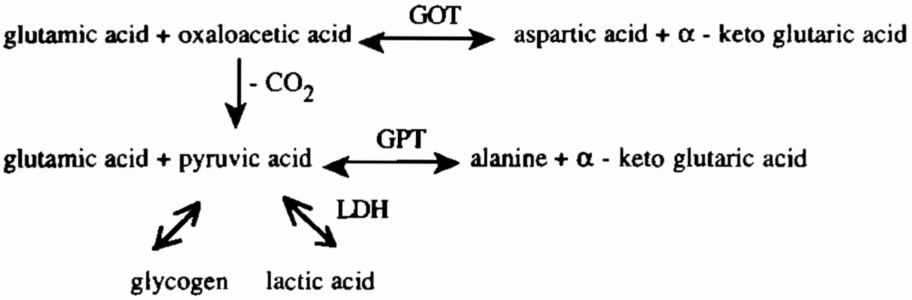
التجويع Starvation :

تمر كثير من الأسماك بفترات صيام Fasting أو تجويع طبيعية خلال الشتاء وهجرة التكاثر أو لنقص الغذاء . وهى فترات موسمية وإن كان لبعض الاسماك القدرة على التغلب عليها بوسائل كيموحيوية وفسيولوجية وسلوكية . إذ يمكنها خفض احتياجاتها الحرارية عند نقص الغذاء وذلك بخفض متوسط معدل الميتابوليزم ويظهر ذلك بنقص استهلاكها للأوكسچين . وفى أثناء التجويع تستمر العمليات الأساسية على حساب المخزون الجسمى مما يؤدى إلى فقد فى الأنسجة الجسمية .

وتلعب درجة الحرارة دورا هاماً فى التأثير على التغييرات فى تركيب الجسم فى أثناء التجويع ، إذ يكون تأثير التجويع فى الصيف أشد وقعا منه فى الشتاء لارتفاع معدل الميتابوليزم (زيادة الحاجة للطاقة) صيفا .

وفى أثناء الجوع لاتستهلك الأسماك مخزونها الكربوهيدراتى (جليكوچين الكبد) بسرعة لذلك لايختلف جلوكوز الدم ولاجليكوچين الكبد كثيرا عنه فى الأسماك المغذاة ، ويرجع ثبات مستويات جلوكوز الدم فى أثناء التجويع إلى عملية تخليقه من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis والتى يعتقد أن لهرمونات قشرة غدة فوق الكلية (الأدرينال Adrenal gland) الكوريتزول Glucocorticoids دوراً هاما فى حث وتشجيع هذه العملية ، وذلك لعدم قدرة السمك على تحويل جليكوچين الكبد بسرعة إلى جلوكوز لعدم كفاية إنزيم الفسفرة Phosphorylase اللازم لتحويل الجليكوچين إلى جلوكوز – ١– فوسفات .

وخلافا لما هو فى الثدييات فإن الأسماك تخزن دهونها فى الأحشاء والكبد والعضلات الهيكلية ، ومعظمها دهون حقيقية وهى المصدر الرئيسى للطاقة اللازمة لحفظ نشاط السمك طبيعيا فى أثناء الشتاء وفى أثناء صيامه ، إذ يفقد خلال التجويع ٤٠ – ٥٠ ٪ من وزن السمك (كدهون) قبل التجويع ، بينما يشكل فقد بروتين العضلات وسوائل الجسم حوالى ١٠ – ٣٠ ٪ من الفقد (بالتجويع) فى وزن الجسم . فتجويع أسماك الفرخ عريض الفم مدة ٤٠ يوما على ٢٥ ° م فقدت خلالها ١٤ ٪ من الوزن (كدهن وبروتين بنسبة ٦٠ : ٤٠) . وأسماك الكراكى Pike عند تجويعها ٣ أشهر فقدت ١٢,٥ ٪ من وزنها ، إذ انخفض محتوى العضلات من الدهن بمقدار ١٥,٧ ٪ ، كما انخفض محتوى الكبد من الدهن بمقدار ٤٠,٩ ٪ ، وانخفض محتوى الكبد والعضلات من الجليكوچين بمقدار ٧٧,٣ ، ٥٤,٠ ٪ على الترتيب، بينما زاد محتوى رطوبة الكبد والعضلات ٩,٨ ، ٧,١ ٪ على الترتيب . وبالصيام قد ينخفض دهن الكبد من ٤٠ إلى ٢ ٪ من الوزن ، كما تنخفض نسبة الأحماض الأمينية الحرة فى العضلات إلى ١٦ ٪ تقريبا من الأصل وينعدم تقريبا الجليسين والهيستيدين ، كما تزيد الأحماض الأمينية الحرة فى الكلى والكبد والطحال خاصة الليوسين . وأكثر الأعضاء مقاومة لانخفاض البروتين بالصيام هى المخ والقلب ، بينما الأعضاء الأكثر تأثرا هى الكبد والكلى والطحال والأمعاء والعضلات على الترتيب . وتتأثر الإنزيمات بالتجويع ، فبانخفاض بروتين عضلات سمك موسى أرتبط ذلك بانخفاض نشاط إنزيمات الجليكوليتيك والجلوكونيو چينيك فى العضلات الحمراء والبيضاء . وفى سمك الثعبان اليابانى يزيد نشاط إنزيمات الترانس أميناز (GOT ، GPT) فى الكبد والتى ترتبط بتشجيع تخليق الجلوكوز من غير المصادر الكربوهيدراتية



وتختلف التغييرات الكيماوية الناشئة عن التجويع باختلاف الأسماك والعضلات ، ففى سمك البليس Plaice تفقد العضلات البيضاء الدهون والجليكوچين والبروتين وارتفع محتواها المائى ، بينما عضلاتها الحمراء لم تفقد إلا القليل بالتجويع لمدة ٤ أشهر . ولكن أسماك القطب الجنوبى Notothenia coriiceps neglecta تستفيد من دهونها وكربوهيدراتها المخزنة فى العضلات الحمراء بالإضافة لتلك المخزنة فى الكبد . وحتى الاختلافات تظهر فى نفس الجنس الواحد من السمك متباينة من نوع لآخر ، ففى ثعبان السمك الأمريكى الأصفر تحتفظ أنسجته بمستوى جليكوچين ثابت مع التجويع ، بينما ثعبان السمك اليابانى يستفيد من جليكوچين ودهن الكبد ، والثعبان الأوربى يستفيد من جليكوچين ودهن الكبد

علاوة على دهن العضلات فى أثناء التجويع . ويتوقف نوع النسيج المستهلك فى الصيام على حالة السمك ذاته ، ففى أسماك البلطى الرندالى الصغيرة فى الحالة الجيدة استخدمت الدهون فى الهدم أكثر من استخدامها للبروتين ، والعكس حدث تحت ظروف غير جيدة ، إذ استخدمت الأسماك مخزونها البروتينى أكثر من الدهون للحفاظ على ميتابوليزمها الروتينى . وبالصيام تتسع الصفراء وتتلون بالأزرق أو الأخضر الغامق وبالتغذية تصغر وتشحب . وبالتجويع تنخفض نسبة وزن المعدة بالنسبة لوزن الجسم .

وتتباين كذلك مكونات الدم بالجويع ، ففى سمك القد (بكلا) Cod ينخفض جلوكوز الدم ، ونفس الشيء فى ثعبان السمك الأوربى والكراكى ، بينما لايتغير تركيز جلوكوز الدم فى سمك الضفدع (الأبتر) Toadfish والسمك الذهبى والثعبان الأمريكى . كما يؤدى نقص التغذية إلى زيادة مستوى الأحماض الدهنية الحرة فى بلازما الثعبان الأمريكى والأوربى ، بينما تأثير ذلك محدود على أسماك التراوت والكراكى، وتنخفض فى أسماك الضفدع . كما تنخفض النسبة الحجمية لجسميات الدم Haematocrite فى التراوت والكراكى بالتجويع لكن ذلك لم يلاحظ فى الثعبان الأوربى . كما تتأثر هرمونات الدم بالتجويع ، إذ ينخفض تركيز الثيروكسين T4 وينخفض تحويلة إلى T3 فى التراوت ربما لانخفاض معدل الميتابوليزم والنشاط بالصيام . وبتجويع الكراكى يزيد محتوى بلازما دمائها من الكوليسترول . فالتجويع يصاحبه تغييرات معقدة ومتداخلة بين مختلف مكونات الجسم ولكنها تغييرات عكسية وليست مرضية بمعنى أنها بإعادة التغذية يتم تخزين الجليكوجين فى الكبد ويعود مستوى جلوكوز الدم وكذلك الهيماتوكريت مع زيادة دهن الكبد وكربوهيدرات العضلات والأحماض الأمينية فى الجسم لما كانت عليه قبل الصيام فى ظل عملية إعادة ضبط فسيولوجية وبيوكيماوية السمك بإعادة تغذيته . وقد تقاوم الأسماك الجوع لمقدرتها على التمثيل المباشر للمادة العضوية الذائبة فى الماء والتى تمتصها الخياشيم بكميات بسيطة جدا لكنها مستمرة مما يساعد على حفظ الجسم ومقاومته رغم غياب الغذاء . إذ أن هناك من أنواع ثعبان السمك (اليابانى) مايحيا بدون طعام لأكثر من ٤ سنوات ، وأنواع أخرى بعد عدة شهور صيام يسحب خلالها بروتين العضلات البيضاء ويستهلك دهن الكبد كلية بينما لاتمس دهون المخ والقلب والخياشيم .

وبتزغيط Force feeding الكراكى (بالتخدير وضغط ٢٪ من وزن الجسم غذاء باللى المعدى) لمدة ٦ أيام بعد صيام ٣ أشهر زاد دهن الكبد وجليكوجين العضلات إلى مستويات أعلى مما هى عليه فى الأسماك المغذاة طبيعيا دون صيام وكذلك بالنسبة لنيتروجين الأحماض الأمينية بالبلازما .

الهضم Digestion والامتصاص Absorption :

رغم أن الأسنان (بمختلف أنواعها ومواقعها) والخياشيم لها دور فى الهضم الميكانيكى (تقطيع وطحن) للغذاء ، إلا أن الهضم الحقيقى (الإنزيمى) يبدأ فى معظم أنواع الأسماك فى المعدة التى تفرز غددها كل من حمض الهيدروكلوريك وإنزيم البيبسين وذلك بفعل امتلاء المعدة وتنبيه العصب التائة Vagus بتنبيه الاسيتيل كولين والهيستامين والكارباكول (أحدا لمركبات الكولينية) . وفى الأسماك التى لاتحتوى معدة فإن أمعاءها تطول لتخزين وهضم الغذاء ، وزيادة طول الأمعاء وثناياها يزيد كفاءة الهضم لإطالة وقت

مرور الغذاء بالقناة الهضمية خاصة فى الأسماك آكلة العشب التى تزيد المواد غيرالمهضومة فى غذائها .

وتفرز الإنزيمات للهضم المعوى من الزوائد البوابية والبنكرياس ومخاطية الأمعاء ، كما تفرز الكبد (الصفراء) مستحلبات Emulsifiers (أملاح وأحماض الصفراء) تساعد فى هضم الدهون (وقد يفرز الليباز كذلك من أنسجة الخط الجانبى) . وتتوقف كمية ونوعية الإنزيمات على نوع الغذاء ، كما تتوقف معاملات الهضم على نوع الغذاء وكميته ونوع السمك وعمره ودرجة حرارة الماء وعوامله الأخرى كالطحن ودرجة pH المعدة وغيرها . والهضم فى المعدة يكون فى وسط حامضى pH ١,٥ - ٤ ، بينما فى الأمعاء يكون فى وسط متعادل إلى قلوى . وأهم الإنزيمات الهاضمة فى الأمعاء هى إنزيمات التربسين البنكرياسى ، كما توجد فى الأمعاء إنزيمات أميلاز وسكريز ولاكتيز ومالتيز ، إضافة إلى الليبيز . ولقد وجد أن نشاط الإنزيمات المحللة للكربوهيدرات فى الأسماك آكلة العشب يفوق نشاطها فى آكلة اللحوم ، والعكس بالنسبة للإنزيمات المحللة للبروتين التى يزيد نشاطها بالتغذية الحيوانية (وبارتفاع درجة الحرارة) . ولما كان النشاط النوعى للإنزيمات المحللة للبروتين يرتبط سلبيا مع الطول النسبى للقناة الهضمية فى السمك ، فإن فترة تعرض الغذاء للإنزيمات الهاضمة للبروتين تزداد بزيادة طول القناة الهضمية ، وعليه فإن النشاط الكلى لإنزيمات هضم البروتين (ميكروجرام / سمكة / يوم) فى أنواع من آكلات اللحوم أو متنوعة التغذية أو آكلات العشب كان على الترتيب ١١١٧ ، ٣٤٧٦ ، ٦٤٣٥ أى أن هضم البروتين أكثر تركيزا فى آكلات العشب ومتنوعة التغذية . بينما بالنسبة لإنزيم كالسليولاز نجد نشاطه صفرا فى معظم الأسماك متنوعة التغذية وآكلة الأسماك Piscivores بينما معظم الأسماك آكلات اللحوم من أنواع اللافقاريات Invertivores تظهر نشاط عال لهذا السليولاز ، أى أن نشاط هضم السليلوز يرجع للتغذية على اللافقاريات والتى تحتوى على السليولاز أو كائنات حية دقيقة محللة للسيلولوز . ومن المعروف أن الأسماك التى تتغذى على الحيوانات الصغيرة تستفيد من إنزيمات هذه الحيوانات لذلك لاتحتوى أسماك المبروك على ليباز خاص بأجسامها هى بل تحصل على الإنزيمات الهاضمة للدهون من غذائها على اليرقات .

ورغم عدم احتواء بعض ذوات الدم الحار (الحمام والببغاوات والجرذ والخيل والجمال) على كيس صفراء ، فإن ذوات الدم البارد تحتوى دائما على كيس صفراء ، ورغم عدم وجود إنزيمات فى الصفراء فيشذعن ذلك احتواء صفراء المبروك على إنزيم استراز Esterase كما تقوم أحماض الصفراء بتنشيط ليباز البنكرياس .

ورغم افتقاد السمك للغدد اللعابية لأن غذائها رطب دائما وسهل البلع ، فإن الأسماك عديمة الفكوك يفرز فمها عصائر مانعة للتجلط تسمح للسمك بابتلاع سوائل الأنسجة والدم مباشرة إلى الأمعاء . ويحتوى عصير المعدة (Gastric fluid (secretion فى الأسماك على إنزيمات الببسينوجينات (تنشط بفعل الحامض إلى ببسينات) والأميلاز والليبازوالاستراز والكيتيناز والهيالورونيداز والسليولاز (التى قد تنتجها الكائنات الدقيقة بالجهاز الهضمى) حسب نوع السمك وتغذيته . ويختلف ببسين السمك فى خواصه البلورية وتركيبه من الأحماض الأمينية عن ببسين الثدييات ، كما أن عصيرمعدة أسماك التونة أكفأ فى تحليل

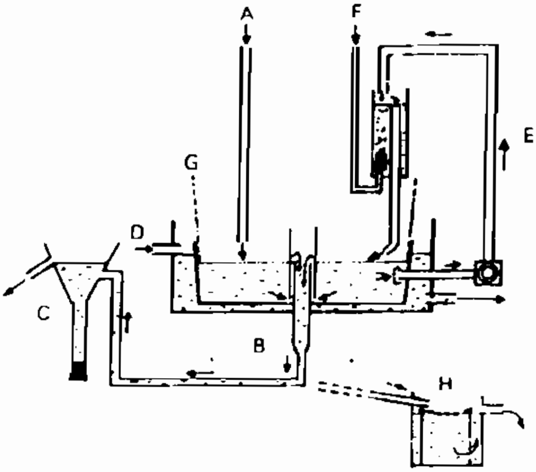
البروتين عن عصير معدة الثدييات كما يحتوى العصير البنكرياسى Pancreatic secretion على عديد من الإنزيمات الهاضمة كالتريبسين والكيموتريبسين والكربو كسيببتيداز والإلاستاز والتى تنشطها خملات الأمعاء (فيتحول التريبسينوچين إلى تريبسين بواسطة الأنتروكيناز من مخاطية الأمعاء ، وينشط التريبسين بالتالى الإنزيمات البنكرياسية غير النشطة الأخرى) حسب نوع السمك ، فنشاط تريبسين بنكرياس الكراكى ٨ مرات أنشط منه فى أسماك المبروك . وكربوكسيببتيداز السمك يربط بالكوبلت أكثرمن ارتباطه بالزنك خلافا لما هو فى الثدييات . ويعتبر أميلاز البنكرياس والأمعاء أكثر أهمية عن أميلاز المعدة فى هضم الكربوهيدرات فى البلطى (وآكلات النباتات من الأسماك) . ويبلغ نشاط أميلاز بنكرياس المبروك ١٠٠٠ مرة قدر نشاطة فى أسماك الكراكى أو ٤٠٠ ألف مره قدر نشاطة فى التراوت . والكيتيناز يوجد فى إفراز بنكرياس ومعدة الأسماك المغذاة على الحشرات أو القشريات ، وهو لازم لتكسير الكيتين ، وقد تنتجه كذلك بكتيريا الأمعاء . والبنكرياس (وإن غاب من بعض الأسماك) يعتبر أهم مصادر الليبازات (استرازات) وإن وجدت الليباز فى الأمعاء والصفراء . وفى آكلات الصخور إنزيم كربونيل انهيدراز لهضم كربونات الكالسيوم . وفى بعض الأسماك العظمية تحتوى الصفراء على إنزيمات تريبسين وليباز وأميلاز وغيرها ، وتمتص الأسماك (كما فى الثدييات) جزءا كبيرا من أملاح الصفراء من الأمعاء إلى الدم لتعود لحد كبير إلى الكبد .

وإنزيمات الأمعاء Intestinal enzymes تشمل الأمينوببتيداز وثنائى وثلاثى ببتيداز (إيريبسين erepsin) ونيوكلوسيداز وعديد النيوكلوتيداز وليسيثيناز وليباز واميلاز ومالتاز وايزو مالتاز وسكراز ولاكتاز وتريهالاز ولاميناريناز .

وقد تحتوى بعض أنواع الأسماك على بكتيريا فى الأمعاء تقوم بهدم الغذاء ، وكذلك بكتيريا تمثل النيتروچين (كما فى البورى) مما يفسر إمكانية استفادة بعض الأسماك من يوريا الغذاء ، كما توجد بكتيريا محللة للكيتين وأخرى تحلل السليلوز ، وتعد البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة مكونا غذائيا هاما للأسماك آكلة الفتات كالبورى وتفرز أمعاء الأسماك العظمية هرمون السكريتين Secretin الذى يعيق إفراز المعدة لعصيرها أى يضاد عمل هرمون الجاسترين Gastrin ، والسكريتين ينظم عمل البنكرياس كذلك .

فتقوم الأميلاز والمالتاز والأنفرتاز والبيتاجلوكوزيداز وغيرها من الكربوكسيهيدرازات بهضم الكربوهيدرات إلى سكرسداسى وخماسى ، وتقوم البروتيازات والببتيدازات بتحليل البروتينات إلى الببتيدات والأحماض الأمينية ، وتتحلل الدهون بفعل الليبازات إلى جليسريدات ثنائية وأحادية وجليسرول وأحماض دهنية . أى تتكسر المغذيات الأساسية إلى أحجار بنائها الأولية الأصغر فى وزنها الجزيئى بفعل عصائر وإفرازات المعدة والبنكرياس والأمعاء (والصفراء) ليسهل امتصاصها فى الأمعاء (وقد يبدأ الامتصاص فى المعده إذ يمتص الدهن مباشرة كجليسرولات ثلاثية الأسيل فى بعض الأسماك (كالقرش والسالمون) من المنطقة البوابية للمعدة أو الأعاور البوابية إلى الليمف وكذلك قد يمتص البروتين جزئيا في معدة أسماك القرش) أساسا بواسطة الانتشار Diffusion والنقل النشط Active transport إلى الدم إذ قد لاتنتقل الدهون فى الأسماك عن طريق الليمف وعليه قد لاتكون كيلو ميكرونات Chylomicrons فى الدم كما فى الثدييات .

وتقدر معاملات الهضم فى تجارب هضم مباشرة كما سبق الإشارة إلى طرفها (فى طرق الغذاء وإخراجه) ، وإن كانت هناك مشاكل فى تقدير ذلك فى السمك ، نظرا لضرورة فصل نواتج إخراج السمك من كميات مياه هائلة ، إضافة إلى صغر حجم السمك وانخفاض تركيز المخلفات ، مما يتطلب طرق دقيقة خاصة ، علاوة على تغيير قيم الهضم بتغيير درجة حرارة الماء (التى تغير من درجة حرارة جسم السمك) ، كما تخرج الأسماك فضلات جسمية عن طريق البول والخياشيم . لذلك فكل طريقة لها مزاياها وعيوبها ، فقد يمكن فصل المخلفات الصلبة من الماء بالترسيب أو الترشيح ، بافتراض أن المادة غير الذائبة هى الغذاء غير المهضوم بينما المخلفات الذائبة هى من الخياشيم والبول . وقد يستخدم مرقم Marker غير قابل للهضم كأسيد الكروميك فى الغذاء ، ومشكلته فى الحصول على عينة ممثلة من الروث وتحليل هذا القدر الضئيل . بينما جمع المخلفات من البول والخياشيم يلزمه غرفة ميتابوليزم ، ومشاكلها أن السمك فيها يكون محبوسا ومكبل الحركة ، إلا أن ميزتها أنها تمكن من الجمع الكمى للروث وإخراجات البول والخياشيم وذلك عن طريق الوصلات الخاصة بالجهاز ، وبتقدير الطاقة والتحليل الكيماوى للإخراجات المختلفة وللغذاء يمكن تقدير معاملات الهضم والطاقة الميتابوليزمية .



نظام تجريبى لدراسة معاملات الهضم فى الأسماك

A مدخل الماء

B ماء زايد (بالوعة)

C مصيدة لحجز الروث وفضلات الغذاء

D صمام تحكم حرارى

E مضخة دوران المياه / نظام تهوي

F دخول هواء لتهوية الماء

G شبكة لمنع هروب السمك

H نظام بديل لجمع الروث وفضلات الغذاء الصلبة على سلك دقيق معلق

فيكون معامل الهضم مساويا :

$$\frac{\text{المستهلك} - \text{الخارج في الروث}}{\text{المستهلك}} \times ١٠٠$$

بالنسبة لكل مغذ من المغذيات

وعند استخدام المرقمات يكون معامل الهضم للبروتين مساويا :

$$١٠٠ - \left[\frac{\text{٪ للمرقم في الغذاء}}{\text{٪ للمرقم في الروث}} \times \frac{\text{٪ للبروتين في الروث}}{\text{٪ للبروتين في الغذاء}} \times ١٠٠ \right]$$

والمرقمات منها ما هو داخلي في نفس تركيب الغذاء (كالسليكا واللجنين وغيرها) أو خارجي يضاف إلى العليقة (كالبولي إثيلين والكارمين وأكسيد الكروم ومولبيدات أمونيوم ورماد مقاوم للتحلل ومواد عضوية مقاومة للتحلل وأكسيد تيتانيوم وعناصر معدنية ومسحوق حديد معدني وغيرها) بنسبة ٢٪ ، وينبغى فيها أن تكون عديمة الهضم وتخرج بنفس معدل خروج محتويات الجهاز الهضمي الأخرى وأن تكون سهلة التقدير كميا ، وألا تؤثر على تنوق الغذاء .

ومعامل الهضم الكلي باستخدام المرقمات يساوى :

$$١٠٠ - \left(\frac{\text{٪ للمرقم في الغذاء}}{\text{٪ للمرقم في الروث}} \times ١٠٠ \right)$$

وباستخدام المرقمات يمكن دراسة عدد كبير من السمك الذى يأكل بحريته ولا نحتاج لتقدير كمي للغذاء المستهلك والروث الخارجي . ويتم جمع الروث من الأحواض بشبكة غطس دقيقة أو بطريقة السيفون أو بعمود الترشيح أو عمود الترسيب أو بغرابيل ترشيح تتحرك ميكانيكيا ، أو بإزالة العلف غير المأكول قبل جمع الروث ، أو أن تأكل الأسماك في حوض وتنقل للتبرز في حوض آخر . والمشكلة الأساسية في ذوبان المغذيات من الروث مما يؤدى إلى تقدير مضلل (عال عن الواقع) لمعامل الهضم . وفي الأحواض الصغيرة يحدث تلوث بمركبات الأزوت الخارجة من الخياشيم ومع البول ، لذا ينصح بجمع الروث في خلال دقيقتين من إخراجه مع تفادى تكسيره ، أو أن يحصل عليه قبل إخراجه ، سواء بقتل السمك وإفراغ الأمعاء أو من السمك الحي بالضغط على تجويفه البطني ليخرج الروث دون اختلاط بالماء وفقد بعض محتواه من المغذيات إلا أن ذلك قد يؤدى إلى جمع غذاء لم يكتمل هضمه مما يؤدى إلى خفض معاملات الهضم ، وكذلك الاختلاط بسوائل الجسم أو طلائية الأمعاء . والأفضل هو سحب الروث من الإست ، وفي كل الحالات اليدوية ضغوط على السمك لايمكن تلافيها ، وأعلى معاملات هضم يتحصل عليها بجمع الروث بشبكة وأقلها من الروث المجموع بالضغط على البطن .

ولقد اتضح أن الطاقة الميتابوليزمية في السمك تفوق قيمتها في الدواجن والثدييات خاصة للمواد الغنية بالبروتين ، إذ أن ناتج ميتابوليزم البروتين أساسا هو الأمونيا التى تخرج من الخياشيم وهي عملية

ليست مستهلكة للطاقة بل إن معظم تفاعلاتها تنتج طاقة ، عكس ما فى الدواجن إذ تتحول الأمونيا إلى مركب أقل سمية هو حمض اليوريك متطلبا طاقة أكبر مما تتطلبة الثدييات لتحويل الأمونيا إلى يوريا ، وتخرج اليوريا وحمض اليوريك عن طريق الكلى . لذلك فالطاقة الفسيولوجية أو الميتابوليزمية للمغذيات المختلفة فى التراوت حسبت وقدرت على أنها ٥ ، ٤ ، ٩ كيلو كالورى / جم بروتين أو كربوهيدرات أو دهون مهضومة على الترتيب .

والأسماك آكلة اللحوم أو الفتات قناتها الهضمية قصيرة ولاتهضم المواد الليفية جيدا ، فزيادة الألياف تتداخل مع هضم وامتصاص المغذيات الأخرى . وهضم الكربوهيدرات يتوقف على تعقيد جزيئاتها ، فالسكريات البسيطة تهضم وتمتص بسرعة ، بينم الدكسترين والنشا المطبوخ متوسط الهضم ، والنشا الخام فقير الاستفادة منه ، ولذا فالحرارة فى أثناء تصنيع العلف المحبب ربما تكون مفيدة للنشا فى الأعلاف النباتية . ووجود المثبطات فى الأعلاف النباتية تمنع نشاط الإنزيمات كما فى حالة مثبط التريبسين فى الطحالب الخضراء الخيطية Chaetomorpha brachygona وزيادة كمية المادة غير العضوية فى الفتات detritus لاتمد السمك بطاقة بل تخفض من كفادة الهضم . ولكل معوقات الهضم هذه تتوائم الأسماك من خلال تواجد ثنايا حلزونية فى المرىء تزيد مسطح الهضم فى المرىء (لوجود نشاط هاضم للبروتينات فى المرىء) ، أو تتطور أسنان بلعومية فتكسر جدر الخلايا النباتية وتنساب مكوناتها السيتوبلازمية فيزيد الهضم المرينى ، أو أن تزيد حموضة المعدة ونشاط الأميلاز فى أجزاء القناة الهضمية كلها ، أو تزيد الغدد المخاطية بما يزيد نشاط الهضم ، أو يزيد نشاط الإنزيمات الهاضمة للبروتين فى الأمعاء . وأكثر من ذلك فإن الكائنات الحية الدقيقة المرافقة للنباتات والبكتريا الممصة على الفتات تعد مصادر طاقة وتساعد على الهضم . وإضافة المصادر الحيوانية تحسن من هضم الجزء النباتى من العليقة حتى فى آكلات الأعشاب والفتات لأن النباتات والفتات لاتكفى لإمداد الأسماك باحتياجاتها من الطاقة الميتابوليزمية .

وقد قدرت معاملات هضم بعض الأعلاف فى أسماك القراميط على النحو التالى :

مـــــادة العلـف	الطاقة الكلية كيلو چول / جم	معامل الهضم ٪	الطاقة المهضومة كيلو چول / جم
ريش دواجن متحلل	٢١,٤	٦٦,٦	١٤,٣
سمك مجفف مستخلص	١٩,٣	٧٠,٥	١٦,٣
لحم وعظم مجفف	١٨,٠	٨٠,٥	١٤,٥
كسب قطن مستخلص	١٩,٠	٥٦,٢	١٠,٧
كسب صويا مستخلص	١٩,١	٥٦,٤	١٠,٨
ذرة صفراء	١٧,٧	٢٦,١	٤,٦١
ذرة صفراء مطبوخة جافة	١٨,١	٥٨,٥	١٠,٦
حبوب قمح	١٧,٧	٤٠,٤	١٠,٧
نخالة قمح	١٨,٤	٥٦,٢	١٠,٤
برسيم حجازى مجفف	١٧,٧	١٥,٧	٢,٧٧
مخلوط ٤٠ ٪ فول صويا مستخلص + ١٠ ٪ سمك مجفف	١٨,٥	٦٧,٨	١٢,٥

وبزيادة مستوى التغذية تنخفض معادلات الهضم وكذلك الاستفادة الغذائية لانخفاض الميتابوليزم والطاقة الممثلة . كما تتأثر معاملات الهضم بدرجة طحن (حجم جزئيات) العلف إذ تقل بزيادة الخشونة للعلف فتقل كذلك الطاقة الصافية من العليقة .

وإذا كانت المغذيات الأساسية تمتص فى الأمعاء بعد تحللها لأحجار بنائها الأولية ، فالدهون تشذ عن ذلك فى بعض الأسماك خاصة الأسماك البحرية إذ تمتص فيها الجليسرولات ثلاثية الأسيل وتخزن فى الأنسجة الدهنية بعمليات لاتشمل التحلل للرابطة الأسيلية الدهنية عند الموقع (٢) من الجليسرولات ثلاثية الأسيل ، وإن كان على الأقل فى بعض الأسماك (القد والتراوت) تتكسر كل الروابط الأستيرية فى الجليسرولات ثلاثية الأسيل للغذاء ويعاد تشكيلها فيما بين خمائل الأمعاء والكبد .

ومن التجارب الغذائية على السمك يمكن تقييم عملية التغذية والغذاء واستجابة السمك لذلك من خلال مقاييس (اصطلاحات) نذكر منها :

١ - كفاءة الامتصاص أى نسبة الطاقة الممتصة من الغذاء (معامل الهضم بالنسبة للحيوانات الأخرى)

$$= \frac{\text{طاقة العلف المأكول} - \text{طاقة الروث}}{\text{طاقة العلف المأكول}} \times ١٠٠$$

وقد بلغت هذه النسبة حوالى ٨٠ ٪ فى آكلات اللحوم وحوالى ٥٧ ٪ فى آكلات العشب .

٢ - الاستفادة الغذائية (التحويل الغذائى) Feed conversion (Utilization)

$$= \frac{\text{الغذاء المستهلك (جم)}}{\text{الزيادة فى وزن الجسم (جم)}}$$

وفى حالة الأحواض الطبيعية يصعب تحديد معدل التحويل المطلق (ناتج قسمة كمية الغذاء الموزع على الزيادة فى النمو المتحصل عليها من هذا الغذاء فقط) فيحسب عادة معدل التحويل الغذائى النسبى Relative food conversion rate كناتج قسمة كمية الغذاء الموزع (الصناعى) على الإنتاج الكلى (من التغذية الطبيعية والتسميد والغذاء الصناعى) . ويعتمد معدل التحويل الغذائى على الغذاء الموزع وكثافة تخزين السمك والوزن الفردى وعمر السمك وحالته الصحية ودرجة حرارة الماء وطريقة التغذية من كمية وتكرار التوزيع .

وقدرت قيم التحويل الغذائى للأغذية المكملة للبلطى على النحو التالى :

الغـــــــــذاء	معامل التحويل (غذاء / وزن سمك)
كسب	٢ - ٥
أوراق	١٥ - ٢٠
شرائح أرز	٨
أعلاف مركزه	٥
حبوب	٥
موز	٢٥
كاسافا	١٣
حشائش نابير	٤٨
مخلفات صناعة البيرة	١٢,٦
كسب قطن	٤,٨
كسر بذور قطن	١٨,٩
كسب فول سودانى	٣,٦

ومبروك الحشائش يحول ٦٠ - ٧٠ كجم أوراق إلى ١ كجم نمو ، فنقص الاستفادة من المواد النباتية يرجع إلى الزيادة النسبية فى المادة غير المهضومة فى النباتات غير المصنعة وجزئيا إلى انخفاض تركيز الأحماض الأمينية فى البروتين النباتى . ومعدل التحويل الغذائى فى المبروك تحت ظروف الإنتاج المكثف جدا بالتغذية على العلف المحبب ١,٣ - ٢,٤ وعلى السور جم ٤,٩ - ٨,٥ وفى المزارع المكثفة مختلطة الأنواع على العلف المحبب ٢,٤٦ وعلى السور جم ٣,٢٢ .

٣ – الكفاءة الغذائية Feed efficiency

$$= \frac{\text{الزيادة فى وزن الجسم (جم)}}{\text{الغذاء المستهلك (جم)}}$$

ويؤثر حجم السمك على الكفاءة الغذائية للاختلافات فى نسبة مساحة سطح الجسم إلى وزن السمك باختلاف الحجوم ، فتكون الأسماك الأكبر حجما أقل كفاءة غذئية عن الأحجام الأصغر عندما تكون الزيادة اليومية فى وزن الجسم واحدة للحجوم المختلفة ، كما تقل الكفاءة الغذائية بزيادة كثافة تخزين السمك إذ تؤدى إلى نقص النمو .

٤ – معدل كفاءة البروتين Protein efficiency ratio

$$= \frac{\text{الزيادة فى وزن الجسم (جم)}}{\text{البروتين المستهلك (جم)}}$$

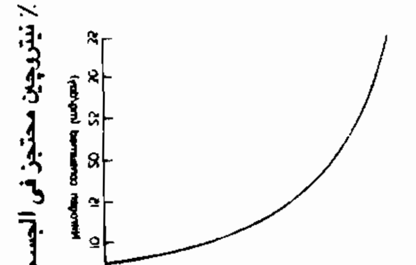
وتشير إلى كفاءة الاستفادة من البروتين الغذائى والتى تتأثر بحجم السمك ونوعه وتركيب العليقة من الطاقة والبروتين ومصدر البروتين وكميته ومعامل هضمة إضافة إلى ظروف البيئة وحالة السمك الفسيولوجية

٥ – القيمة الإنتاجية للبروتين Protein productive value

$$= \frac{\text{إجمالى بروتين جسم السمك فى نهاية تجربة نمو – بروتين جسم السمك فى بداية التجربة}}{\text{البروتين المستهلك فى التغذية فى مرحلة التجربة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{البروتين المخزن فى الجسم}}{\text{البروتين المستهلك}} \times ١٠٠$$

وتقل كفادة الاستفادة من البروتين للنمو بزيادة استهلاك البروتين فى الغذاء كما يوضح ذلك الرسم البيانى التالى :



علاقة كفاءة الاستفادة من البروتين في النمو باستهلاك البروتين

فهناك حد معين بعده لايستطيع جسم السمك الاستفادة من كل بروتين العليقة فى النمو فتخزن الزيادة فى صورة دهن أو تستخدم كمصدر طاقة . ولما كانت الأسماك تأكل لإشباع احتياجاتها من الطاقة الميتابوليزمية ، فإن زيادة البروتين تعتبر فاقدا ، فمن المهم اتزان الطاقة مع البروتين لتعظيم إمداد البروتين اللازم للنمو .

٦ - كفاءة الطاقة Energy efficiency أو كفاءة الإنتاج الكلى Gross Production Efficiency أو كفادة النمو الصافية

$$= \frac{\text{محتوى جسم السمك من الطاقة فى نهاية تجربة نمو – محتوى السمك من الطاقة فى بداية التجربة}}{\text{الطاقة المستهلكة فى الغذاء فى مرحلة التجربة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{الطاقة المخزن فى الجسم}}{\text{الطاقة المستهلكة}} \times ١٠٠$$

وكفاءة الإنتاج الصافى Net Production Efficiency عبارة عن الطاقة المخزنة / (الطاقة المستهلكة – طاقة الروث) × ١٠٠ (وتشير إلى الكفاءة التحويلية للغذاء فى الحيوانات الأخرى) . وتقدر الطاقة المخزنة أو الإنتاجية فى صورة قياس الطاقة بالحرق المباشر فى مسعر حرارى أو بالحساب غير المباشر بضرب محتوى السمك من البروتين والدهن والكربوهيدرات فى حرارة احتراقها الكامل أى ٢٠,٠٨ ، ٣٩,٥٤ ، ١٧,١٥ على الترتيب وجمعها لتعبر عن محتوى طاقة السمك بالكليو جول / جم (أو فى ٤,٨٠ ، ٩,٤٥ ، ٤,١٠ على الترتيب ككيلو كالورى / جم) كطاقة صافية ، أو نمو فى صورة طاقة محتجزة فى كتلة الجسم على أساس الوزن الجاف خالى الرماد .

٧ - النمو اليومى (متوسط) Average daily gain

$$= \frac{\text{متوسط وزن الجسم فى نهاية التجربة – متوسط وزن الجسم فى بداية التجربة}}{\text{مدة التجربة باليوم}}$$

٨ - معدل النمو النوعى (٪ / يوم) Specific growth rate

$$= \frac{\text{لوغاريتم الوزن النهائى – لوغاريتم الوزن الأولى}}{\text{مدة التجربة باليوم}} \times ١٠٠$$

إذ أن الاختلافات فى أداء النمو بين الأسماك ترجع لدرجة كبيرة للاختلافات النوعية فى خواص القناة الهضمية أى لكفاءة هضم وتمثيل الغذاء .

وعموما فإنه بزيادة القيمة الحيوية لبروتين الغذاء يزيد معدل استفادة السمك من البروتين ، ويقل المفقود منه فى صورة طاقة ، كما يوضح ذلك الجدول التالى (قيمة محسوبة لكل ١٠٠ مجم أزوت ممتص / يوم / ١٠٠ جم وزن جسم)

القيمة الحيوية لبروتين الغذاء ٪	الاستفادة من الأزوت الممتص		
	النمـــو	فقد طاقة	حفـظ
٨٠	٥٩	٢٩	١٢
٧٠	٤٩	٣٩	١٢
٦٠	٣٩	٤٩	١٢
٥٠	٢٩	٥٩	١٢
٤٠	١٩	٦٩	١٢
٣٠	٩	٧٩	١٢

وقد قدرت القيمة الحيوية لبعض البروتينات فى أسماك المبروك كالتالى :

صفار البيض الجاف ٨٩ ٪ كازين ٨٠ ٪ ، مسحوق سمك أبيض ٧٦ ٪ جنين قمح ٧٨ ٪ ،

مسحوق فول صويا ٧٤ ٪ ، خميرة بترول ٧٣ – ٧٩ ٪ ، مسحوق جلوتين ذرة ٥٥ ٪ .

ورغم عدم انخفاض القيمة البيولوجية للبروتينات النباتية كثيرا عنها للبروتينات الحيوانية ، إلا أن البروتين النباتى أقل تمثيلا Assimilation عن البروتين الحيوانى ، فالبروتين النباتى أقل فى كفاءته فى النمو لنقص أحماضه الأمينية كالمثيونين والليسين والسيستين ولاحتوائه على كربوهيدرات غير مهضومة فتقلل من كفاءة هضم وامتصاص البروتين . وتؤدى إضافة الكربوهيدرات مع الدهون إلى زيادة كفاءة الاستفادة من البروتين ، وقد لاتستفيد بعض الأسماك (كالبلطى والمبروك الفضى) من ارتفاع بروتين العلف المضغوط Pellets لأنها تتغذى أساسا طبيعيا حتى مع زيادة كثافتها فى الأحواض ، ورغم ذلك يستخدم العلف المحبب تحت ظروف خاصة لمزارع البلطى لزيادة معدل إنتاجها .

ميتابوليزم الطاقة Energy Metabolism :

ليس كل الغذاء قابلا للهضم أو التمثيل الغذائى ، إذ يفقد جزء من طاقة الغذاء فى الجزء غير المهضوم وغير الممثل (١٥ – ٢٠ ٪) ، أى أن جزءا من طاقة الغذاء فقط هو المتاح للنمو وليست كل طاقة الغذاء . وقبل النمو تغطى الأسماك احتياجاتها للتمثيل الأساسى (القاعدى – القياسى) وللسباحة والنشاط الحركى النوعى Specific Dynamic Activity (SDA) كالطاقة اللازمة فى نزع مجاميع الأمين Deamination من الأحماض الأمينية والطاقة المستهلكة فى الهضم والتمثيل .

ولقد درست ميزانية الطاقة Energy Budget أو Bioenergetics فى الأسماك أى علاقة طاقة الغذاء (وتجزيئها) بالطاقة المنصرفة متضمنة بعض المفاهيم كالطاقة الفسيولوجية النافعة Physiological useful energy وطاقة أكسدة الغذاء فى أثناء الميتابوليزم (كطبيعة كيماوية طبيعية Stoichiometric Nature) ، والتى يمكن أن تؤدى إلى تقدير كمية الطاقة المتحررة فى أثناء هذه الأكسدة

بقياس استهلاك الأوكسجين تحت ظروف مختلفة من درجة حرارة وأوكسجين واستفادة غذائية ونشاط وخلافه . لذا اقترح عديد من نماذج العلاقات للطاقة المتزنة والتى تحتوى مكونات الميتابوليزم المختلفة ، وأساسها جميعا أن الطاقة المكونة (I) أو المستهلكة ينبغى أن تتحول إلى شكل أو آخر كنتيجة للميتابوليزم (M) والنمو (G) والإخراج (E) وعليه تكون المعادلة :

$$I = M + G + E$$

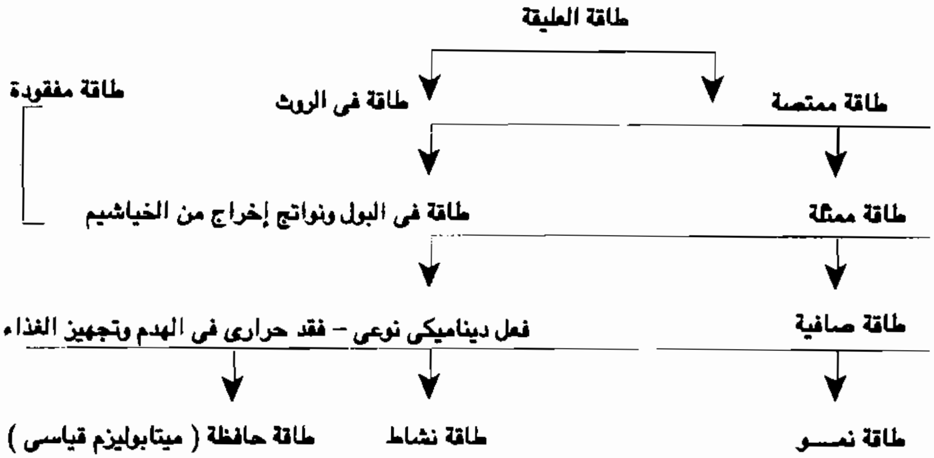
وتخضع عناصر ميزانية الطاقة للتحكم الإنزيمى والهرمونى والجينى ، وعليه فميزانية الطاقة حساسة للانتخاب الطبيعى . وتتضمن طاقة الميتابولزيم كل من طاقة معدل الميتابوليزم القياسى Standard Metabolism (الطاقة المكافئة لما يفرز فى ميتابوليزم السمك غير المغذى أى فى طور صيام وراحة) أوميتابوليزم الراحة ، والميتابوليزم الروتينى (عوم وأنشطة أخرى) ، وميتابوليزم التغذية (طاقة متطلبة للهضم وحركة الجهاز الهضمى وتخزين الغذاء) . بينما النمو ينقسم إلى نمو جسمى وإنتاج الجاميطات (جنسى) فالتناسل يتطلب طاقة ، سواء فى إنتاج الجاميطات أو فى تطور مظاهر الجنس الثانوية من لون وصفات ظاهرية وإفراز الفرومونات Pheromones والمخاط اللازم للصق البيض أو بناء العش والهجرة للتناسل والدفاع عن البيض ورعايته ، فكل ذلك يطلب طاقة ، وزيادة الطاقة المتطلبة للتناسل تكون على حساب وفرة الطاقة اللازمة لحفظ الجسم ونموه ، إذ هناك من الأسماك مايضع فى كل موسم تكاثر ٢ – ٣ مرات قدر وزن جسمه بيضا ، والبيض الجاف (المبيض) أو الخصى يحتوى فى المتوسط حوالى ٢٣ كيلو جول / جم (لعديد من أنواع الأسماك العظمية) . وقد يكون النمو (كطاقة) بالسالب أى فقد فى محتوى الطاقة وليس تخزينها وعليه تكون ميزانية الطاقة فى هذه الحالة (كما فى الصيام وسوء التغذية) : طاقة العليقة + الطاقة المفقودة من الأنسجة = طاقة النشاط الميتابوليزمى + طاقة الأزوت + طاقة الروث . بينما الإخراج يتضمن طاقة الروث (١٥ ٪ تقريبا من الطاقة المستهلكة يوميا) واليوريا والأمونيا والمخاط وخلايا البشرة المنسلخة (وتشكل ٣ – ٥ ٪ من الطاقة المستهلكة) . أى أن حوالى ٨٠ ٪ من الطاقة اليومية المستهلكة قابلة للاستخدام فى النمو والميتابوليزم ، ويطلق عليها الطاقة النافعة فسيولوجيا . وإن كان الأفضل وضع طاقة المخاط وخلايا البشرة تحت طاقة النمو وليس الإخراج ، وذلك كما فى إنتاج الجاميطات التى تعتبر صورة من صور الإخراج ، إلا أنها وضعت مع منتجات النمو . وعليه فإن استهلاك الغذاء (طاقة) يحول إلى طاقة بناء (A) وطاقة هدم (C) ، إضافة إلى الروث (F) كعلاقة تحكمها قوانين الديناميكا الحرارية ، إذ أن :

$$I = A + C + F$$

أو $$I - F = A + C$$

أى $$A + C = M$$

والبناء يشمل النمو الجسمي والجنسي (مناسل) ومنتجات الأنسجة المفقودة من سطح الجسم ، بينما الهدم يشمل الميتابوليزم القياسي والفعل الديناميكي النوعي والنشاط الطبيعي وتعويض الأنسجة والأزوت الخارج . ويصور الرسم التالي منافذ طاقة الغذاء المأكول في الأسماك (ميزانية الطاقة) :



ولقد وجد بوجه عام في الأسماك الصغيرة أنه تتوزع النسب المئوية لمكونات ميزانية الطاقة في آكلات اللحوم وآكلات العشب على النحو التالي :

مكونات ميزانية الطاقة	آكلات لحوم	آكلات عشب
طاقة الغذاء	١٠٠	١٠٠
طاقة الروث	٢٠	٤١
(طاقة ممتصة)	(٨٠)	(٥٩)
طاقة البول	٧	٢
(طاقة ميتابوليزمية)	(٧٣)	(٥٧)
طاقة النشاط (تنفس)	٤٤	٣٧
طاقة النمو	٢٩	٢٠

ومنها يتضح فقر تحويل الغذاء في آكلات العشب لارتفاع الجزء غير المهضوم ، وارتفاع نسبة الفقد في النشاط الميتابوليزمي في كلا المجموعتين من الأسماك .

وإذا كان البناء Anabolism أو النمو يمكن تقدير طاقته بالحرق في مسعر أو حسابيا من محتوى الجسم من المغذيات المختلفة (بروتين وكربوهيدرات ودهون) ، فطاقة الهدم Catabolism في صور الإخراج Excretion المختلفة يمكن تقديرها بجمع البول بالقسطرة Catheterization لتقدير طاقته الحرارية أو بتقدير الأمونيا بالكترود الأمونيا (٣٤٧,٩ كيلو جول / مول أى ٢٠,٥ جول / مجم) أو لونيا (أزرق الأندوفينول) وكذلك يجمع الروث لنفس الغرض ، وفي ذلك قد تستخدم غرف التنفس Respirometer لحساب اختبارات الطاقة وميزانها . أما الأشكال التنفسية في الهدم الميتابوليزمي فتشمل الميتابوليزم القياسي والنشط والروتيني والفعل الديناميكي النوعي ، فبالنسبة للميتابوليزم القياسي يعني للسمك معدل استخدام الطاقة ويحسب من استهلاك الأوكسجين على درجة حرارة معينة في وحدة الزمن والحيوان في حالة سكون وفي مرحلة مابعد الامتصاص لعدم التأثر بالفعل الديناميكي النوعي للغذاء ، ففي هذه الحالة يستفيد الحيوان من الغذاء المدخر أى حالة هدم قياسية ، وفي السمك قد تستخدم غرف تنفس ونشاط Respiration / Activity chambers لوجود علاقة مابين النشاط واستهلاك الأوكسجين المستهلك عندما يكون النشاط مساويا للصفر . أما معدل الميتابوليزم النشط Active Metabolic Rate فيقدر في أثناء سباحة السمك ضد تيار ماء مقدر سرعته وذلك في أجهزة تنفس . أما الفعل الديناميكي النوعي فيرجع معظمه لميتابوليزم البروتين وبعضه للدهون والكربوهيدرات ويبلغ حوالى ١٤ ٪ من القيمة الحرارية للغذاء المأكول أو ١٧ ٪ من الطاقة الميتابوليزمية ، أى أن الفعل الديناميكي النوعي مكون هام في ميزانية طاقة التنفس خاصة في حالة ارتفاع درجة الحرارة (لزيادة المستهلك من الغذاء) وبروتين العليقة ، ويقدر بقياس الزيادة في استهلاك الأوكسجين عقب التغذية (١ مجم أوكسجين = ١٣,٦ جول) .

ويعبر الفعل الديناميكي النوعي (ميتابوليزم التغذية) عن الطاقة المستخدمة في أثناء الميتابوليزم وتحويل الغذاء لجزيئات أصغر سواء بالهضم للغذاء أو من الأنسجة والخلايا والأعضاء ، ونزع مجاميع الأمين من البروتينات وتخليق نواتج الإخراج ، الأزوتية إلى غير ذلك من عمليات النقل النشطة ، وكل هذه الاحتياجات لاتستمد من الغذاء المهضوم والممتص لكن من مخزون الجسم المتاح ، ويتوقف قدرة على كمية ونوع الغذاء ، وقد يطلق عليه التأثير الحرارى للغذاء أو إنتاج الغذاء من الحرارة Heat imcrement (production) of food .

وقد يستخدم رسم القلب الكهربائي Electrocardiogram أو رسم العضلات الكهربائي Electromyogram للدلالة على استهلاك الأوكسجين الذى يرتبط بنشاط السمك (ضربات القلب أو انقباضات العضلات) . والميتابوليزم الروتيني Routine metabolism يعبر عن معدل الميتابوليزم في أثناء النشاط العادى . ومشكلة الميتابوليزم الروتيني والميتابوليزم النشط أنهما يعتمدان على تقديرات معملية تختلف كثيرا عن الظروف الحقلية سواء من حيث نوع الغذاء ودرجة الحرارة ووجود الكائنات الأخرى والظروف غير الطبيعية في الأجهزة المستخدمة . وتتوقف الاحتياجات الحافظة من الطاقة الميتابوليزمية على درجة حرارة الماء وحالة السمك ونوعه ووزنه ونشاطه وجودة العليقة والتركيب الكيماوى للسمك ، وإذا لم تتعد

نسبة الطاقة الميتابوليزمية المتطلبة للحفظ عن الطاقة الميتابوليزمية المتحصل عليها عن ٢٠ ٪ فإنه يمكن الحصول على نمو عال . فالنمو عبارة عن طاقة الغذاء المحتجزة فى الجسم . والعلاقة قوية بين النمو والميتابوليزم والغذاء فلو توفرت بيانات عن معدل الميتابوليزم فإنه يمكن تقدير معدل النمو ومعدل استهلاك الغذاء . وعموما فإن استفادة السمك من طاقة مختلف المصادر الغذائية متباينة كثيرا بتباين أنواع الأسماك وظروفه البيئية والفسيولوجية ، وعليه فلا توجد جداول بقيم الطاقة المستفادة من مكونات العلف للأسماك .

النسبة التنفسية Respiratory Quotient (RQ) :

وهى خارج قسمة ثانى أوكسيد الكربون الناتج من التنفس على الأوكسچين المستهلك فى التنفس ، وقيمتها ١,٠ ، ٠,٧١ ، ٠,٩٦ للكربوهيدرات والدهون والبروتين على الترتيب .

وهى صعبة التقدير فى الأسماك لصعوبة أستمرار قياس الأوكسچين الذائب ، إلاأنها تعطى مؤشرات عن التركيب الكيموحيوى للمواد المنتجة للطاقة الممثلة فى الحيوان ، أى أنها مرتبطة بكميات الطاقة المتحررة فى أثناء الأكسدة .وقد وجد أن الأسماك تتشابه مع الحيوانات الثديية فى قيم الحرارة الناتجة من أكسدة كل من الكربوهيدرات (٢١,٠٩ كيلو جول / لتر أوكسچين) والدهون (١٩,٦٢ كيلو چول / لتر أوكسچين) بينما قيم البروتين (١٩,١٦ كيلو چول / لتر أوكسچين) أقل قليلا مما هو للثدييات (٢٠,١٧ كيلو چول / لتر أوكسچين) أى ١٤,٧٦ ، ١٣,٧٢ ، ١٣,٣٦ كيلو چول / جم أوكسچين فى حالة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات على الترتيب ، وقد يستخدم مكافىء طاقة عام مفترض (لعدم معرفة المادة المتأكسدة) ١٣,٥٥ چول / مجم أوكسچين . وتقدر النسبة التنفسية فى أجهزة التنفس Respirometers وتفيد فى معرفة تركيب المواد الميتابوليزمية الناتجة وتحسب طاقتها ، وإن تباينت قيم النسبة التنفسية كثيرا بين الأسماك على أى مستوى ميتابوليزم مما يؤدى إلى تشويش confusing معلومات ميتابوليزم السمك المحسوبة على أساس النسبة التنفسية .

وعموما فقد وجد ارتباط شديد بين معدل الميتابوليزم (استهلاك الأوكسچين) ومعدل بناء البروتين ، فهناك علاقة بين استهلاك الأوكسجين والزيادة فى الوزن الجاف والزيادة فى البروتين الجسمى .

كما يرتبط معدل استهلاك الأوكسچين بالتغذية ، إذ يزيد بعد التغذية (لارتفاع النشاط الحركى للمعدة والأمعاء ولحركة السمك) ثم يقل إلى مستوى الراحة ، وترتفع زيادة استهلاك الأوكسچين بزيادة استهلاك الغذاء خاصة بارتفاع بروتين العليقة لزيادة فترة الفعل الديناميكى النوعى . ولذلك يوصى فى حالة نقص الأوكسچين أن يخفض من مستوى التغذية وأن تقدم التغذية فى ساعات الصباح حيث تنخفض درجة الحرارة فيقل الاحتياج للأوكسچين .

ولحساب وزن الجسم الميتابوليزمى يستخدم معامل كليبر Kleiber Coefficient ٠,٧٥ لوزن الجسم بالكليو جرام لذوات الدم الحار ، بينما فى الأسماك يتوقف على حجم السمك وحالته الغذائية وقد قدر فى عدة أنواع على أنه ٠,٨٨ .

ولقد طورت موازين التنفس أو غرف الميتابوليزم كثيرا ، ومنها مايتسع لصغار الأسماك أو للبالغ منها ،

ومنها ماشكله أنبوبى دائرى أى إسطوانى أو فى شكل متوازى مستطيلات ، ومنها مايسمح بحركة السمكة ، ومنها مايجعل السمكة فى حالة راحة وثبات ، وفيها يقدر استهلاك الأوكسجين والغذاء وإخراج الأمونيا وثانى أكسيد الكربون والروث ، ومنها يتعرف على الميتابوليزم بأنواعه (الأساسى ، النشط ، الفعل الديناميكى النوعى ، النمو وموازين الطاقة والنيتروجين) .

فمن استهلاك الأوكسجين يقدر الفقد فى الجسم (بالصيام أو سوء التغذية) أو النمو وكذلك الفقد الحرارى المختلف ، والأخير يمكن تقديره كذلك بمعلومية استهلاك الأوكسجين والخارج من كل من ثانى أكسيد الكربون والأمونيا كالتالى :

إجمالى الفقد الحرارى بالجول = ١١,١٨ (استهلاك الأوكسجين مجم) + ٢,٦١ (ثانى أكسيد الكربون الناتج مجم) + ٩,٥٥ (الأمونيا الناتجة مجم)

وأيضا من استهلاك الأوكسجين يمكن تقدير الفقد فى صورة أمونيا لأن كل مجم أوكسجين يستهلك لأكسدة البروتين يصاحبه ٢,٧ جول فقد فى الأمونيا ، فلو قدر الأوكسجين المستهلك فى أكسدة البروتيد بالمليجرامات وضربت فى ٢,٧ نحصل على الطاقة المفقودة فى الأمونيا بالجول (وبقسمتها على مكافىء طاقة الأمونيا ٢٠,٥ جول نحصل على كمية الأمونيا بالمليجرامات) .

العوامل المؤثرة على احتياجات السمك من الطاقة :

مما سبق يتضح أن هناك عوامل عديدة تؤثر على الاحتياجات من الطاقة ، نوجزها فى التالى :

١ - عوامل متعلقة بالسمك : فالأسماك آكلة اللحوم لها احتياجات أعلى (من آكلة العشب) للطاقة وأسماك المياه الدافئة معدل ميتابوليزمها أعلى عنه فى أسماك المياه الباردة والأسماك الأصغر حجما (وعمرا) لها مسطح ميتابوليزمى أكبر مما فى الأسماك الأكبر مما يستلزم احتياجات للطاقة أعلى لارتفاع معدل ميتابوليزمها عنة فى الأسماك الأكبر ، وكلما ازداد نشاط السمك تزيد احتياجاته للطاقة لزيادة معدل تنفسه ، وبالنشاط الجنسى تزداد احتياجات الطاقة .

٢ - عوامل متعلقة بالبيئة : فارتفاع درجة الحرارة يزيد من استهلاك العلف والأوكسجين لارتفاع معدل الميتابوليزم ، وارتفاع مستوى التغذية ومحتوى العليقة من البروتين يزيد من فقد الطاقة والحاجة إليها ، وأيضا وجود الضوء يبدد الطاقة فى نشاط السمك ، كما أن شدة تيارات المياه أو ركود الماء وتلوثه وخفض الأوكسجين والتلوث العضوى ، كلها صور للضغوط المؤثرة على السمك واحتياجاته للطاقة .

ولقد أمكن حساب الطاقة المهضومة والميتابوليزمية بمعلومية التحليل الكيماوى للعليقة من العلاقات التالية :

الطاقة المهضومة بالكيلو جول = ٢٤,٧ × بروتين العليقة + ٣٦,٤ × دهون العليقة + ١٦,٧ × كربوهيدرات العليقة .

الطاقة الصافية بالكيلو جول = ١١,٣ × بروتين العليقة + ٤٤,٧ × دهون العليقة + ١٢,٥ × كربوهيدرات العليقة .

تكوين علائق الأسماك :

تعد الأسماك من بين الحيوانات الأكثر كفاءة في تحويل الغذاء إلى بروتين حيواني، مما يجعل للأسماك مكانة هامة في تغذية الإنسان ، خاصة وأن الأسماك احتياجاتها الحافظة ضئيلة نسبياً (لتماثل درجة حرارة أجسامها مع درجة حرارة الماء) فالتراوت يحتاج لتمثيلة الأساسي ٥٥ كليو جول / كجم وزن حي بينما الخنوص يتطلب ٢٩٣ كيلو جول / كجم وزن جسم أي أن السمك يتطلب حوالي سدس ما يتطلبه الخنزير من طاقة حافظة مما يجل السمك أكثر كفاءة غذائية .

ولتكوين علائق السمك يستلزم الأمر معرفة الاحتياجات الغذائية ، معاملات الهضم، والطاقة الميتابوليزمية لمواد العلف ، فيمكن حساب تركيبات العلائق التي تواجه احتياجات السمك من البروتين والطاقة باستخدام مواد العلف المتاحة لإنتاج علائق جيدة بأقل تكلفة ممكنة. وتستخدم في ذلك الطرق الحسابية أو الحاسبات الآلية المبرمجة بمواد العلف المتباينة المتاحة وأسعارها وتركيبها الكيماوي ، واحتياجات السمك من المغذيات المختلفة في العليقة.

وفي كثير من الدول الأسيوية كالهندوتايلاند والفلبين تدخل مخلفات الأرز (رجيع ، كسر ، حرمة) كأساس في العلاقة المختلفة للأسماك في المياة الدافئة ، ويتم إنتاجها في صورة مكعبات بخلطها مع الماء (٦٠٪) أو طبخها ثم تكعيبها، وقد تنتجها مضارب الأرز في صورة مساحيق ويقوم المزارع بترطيبها قبل تقديمها للأسماك ، ويفضل رجيع الكون غير المستخلص عن المستخلص حيث إنه أكثر ثباتاً في الماء.

وفيما يلي نماذج لبعض علائق الأسماك التي تعتمد على مخلفات الأرز :

المكونات	العلائق					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
رجيع كون	٤٩,٥	٥٤,٥	٦٠	٦٩	٧٧,٥	٧٩,٥
كسب فول سوداني	٤٨	٣٤	٢٤	–	–	–
مسحوق دم	–	–	–	–	–	١٨,٥
مسحوق سمك	–	١٠	١٥	٣٠	٢١	–
مسحوق عظام	١,٥	٠,٥	–	–	٠,٥	١
أملاح معدنية	١	١	١	١	١	١

وتوضع العلائق في ١ – ٢ موقع / فدان من مساحة المزرعة ، وكل موقع بمساحة ١ م٢ تحت سطح الماء بحوالي ٥٠ سم ، ويعلو عن قاع الحوض بمسافة ٢٠ – ٣٠ سم ، وذلك بنسبة ٢ – ٥ ٪ من والوزن الحي حسب درجة حرارة الماء، وذلك على عدة وجبات اسبوعية .

التداخلات الغذائية Nutritional Interactions :

تتداخل المغذيات المختلفة معاً فى الوظائف الميتابوليزيمة مما يستلزم توفير الاتزان الغذائى فى علائق الأسماك لمنع سوء التغذية التى قد تسببها التداخلات المضطربة مع المغذيات الأخرى . ومن العوامل المؤثرة على التداخل بين المغذيات .

١ – تركيب العليقة.

٢ – تجهيز العليقة.

٣ – عمر ونوع السمك.

٤ – العوامل البيئية .

ويمكن تقسيم هذه التداخلات الغذائية فى ميتابوليزم السمك إلى :

١ – تداخلات فيتامينات / فيتامينات.

٢ – تداخلات فيتامينات / معادن.

٣ – تداخلات معادن / معادن.

٤ – تداخلات مغذيات دقيقة / مغذيات كبيرة أو مكونات غذائية أخرى .

أولاً : تداخلات الفيتامينات مع الفيتامينات :

مثل تداخل فيتامين (B12) وحمض الفوليك ، فنقص أى منها يؤدى إلى أنيميا تكون فيها خلايا الدم شاذة منكسرة fragmented ومتجعدة wrinkled وغير ناضجة immature وتسمى هذه الحالة Indistinguishable macrocytic megaloblastic anemia . إذ يؤدى نقص فيتامين (B12) إلى خفض مستوى نشاط إنزيم تخليق الميثيونين وبالتالى نقص وظيفى للفولات . والنقص المركب فى كلا الفيتامينين فى السمك تأثيره متضاعف فى إظهار الأنيميا بسرعة وشدة. كذلك تداخل حمض الأسكوربيك وفيتامين (E) ، إذ بينهما فعل تعاونى Synergistic فى منع أكسدة الليبيدات فى الأسماك . فيمكن أن يكون لفيتامين (C) فعل ادخارى لفيتامين (E) فى الأنسجة والاحتياجات ، كما لوحظ نقص مستوى فيتامين (E) فى الأنسجة والبلازما فى حالة نقص فيتامين (C) ، إذ يعمل حمض الأسكوربيك على حماية فيتامين (E) فى الغذاء وفى أنسجة السمك . وإن نفت نتائج الأبحاث الحديثة هذا التداخل بين الفيتامينين فى القراميط والتراوت.

ثانياً : تداخلات الفيتامينات والمعادن :

ترتبط بروتينات بكل من الدى هيدروكسى كوليكالسيفيرول والكالسيوم فى خياشيم السمك مما يدعو للإشارة لوجود علاقة لهذا المشتق الفيتامينى فى امتصاص كالسيوم الماء فى السمك . ودلت الأبحاث

الحديثة على أن الأسماك تحتوى على نفس مشتقات فيتامين (D) كما فى الحيوانات الأرضية ، وأن فيتامين (D3) و ١ , ٢٥ - دى هيدروكسى كوليكالسيفيرول تشجيع امتصاص الكالسيوم فى أسماك الثعبان والسمـ ـمبى ، وأنها تزيد كالسيوم الدم عند حقنها فى السمك ، وتؤثر كذلك فى غدة Ultimobranchial (المفرزة لهرمون الكالسيتونين) وجسيمات Stannius (المفرزة لهرمون الهيبوكالسين) بما يدعو إلى خفض امتصاص الكالسيوم بواسطة الخياشيم وربما كذلك من الأمعاء . ويؤدى حقن البلطى الموزمبيقى بالدى هيدروكسى كوليكالسيفيرول إلى معدنه العظام ، كما لوحظ ضعف عضلات التراوت بنقص فيتامين (D).

وبين فيتامين (E) والسلنيوم فعل مشترك فى تغذية الأسماك ، فكلاهما يعملان على حماية الأغشية البيولوجية من أكسدة الليبيدات من خلال إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز (بفعل السلنيوم) وإزالة الأصول الحرة (بفعل فيتامين E) فى علائق التروات والقرموط . ويؤثر نوع السمك وعمره على هذا التداخل، ونظراً لارتباط احتياجات السمك من فيتامين (E) بمستوى دهن العليقة وحالته (أكسدته) ودرجة حرارة الماء ، فهذه العوامل بالتالى تؤثر على تداخل فيتامين (E) والسلنيوم فى السمك.

وبين حمض الأسكوربيك ونحاس الماء تداخل ، فقد لوحظ أن سمية نحاس الماء واحتجازه فى الأنسجة يتأثران بحمض أسكوربيك عليقة المبروك والتراوت. وهذا عكس الوضع بالنسبة لنحاس العليقة ، إذ لا يوجد أى تأثير ملموس بين حمض الأسكوربيك ونحاس العليقة سواء فى امتصاصه أو إخراجه.

ونقص حمض الأسكوربيك فى العليقة يخفض مستوى الحديد فى السيرم وكذلك يخفض من الهيموجلوبين والهيماتوكريت فى القراميط والتراوت وأسماك رأس الأفعى ، أى هناك تداخل بين فيتامين (C) وميتابوليزم الحديد فى السمك (وليس حديد الغذاء). إلا أن زيادة حديد العليقة يخفض بشدة من تركيز فيتامين (C) فى الكبد والكلى للتراوت وربما يرجع ذلك إلى تأثير الحديد على تزنخ العليقة وعدم ثبات حمض الأسكوربيك بها وليس لتداخل بين الفيتامين والحديد مباشرة .

ثالثاً : تداخلات المعادن بالمعادن :

أ - كالسيوم - فوسفور :

يمكن لكالسيوم الماء أن يمتص بسهولة عبر طلائية الخياشيم للسمك ، فقد قدر أن كلا من المبروك والتروت يمكنها بسهولة استخلاص الكالسيوم من الماء المحتوى ٥ - ٢٠ جزء / مليون كالسيوم . وقد حسب تركيز كالسيوم العليقة بما لا يزيد عن ٢ - ١٠ ٪ من إجمالى الكالسيوم المستهلك للسمك ، وأنه عموماً يفترض سوء امتصاص كالسيوم العليقة . لذلك فمن الصعب إحداث حالة نقص كالسيوم فى السمك ، ولم تسجل أعراض نقص كالسيوم فى المبروك أو القراميط ، لذلك لا يدهش أن يلاحظ أن احتياجات الكالسيوم لكلا النوعين من السمك أقل كثيرا عن احتياجات الحيوانات المستأنسة الأخرى والتى تتراوح ما بين ٠,١ و ٠,٢٧ ٪ من العليقة

وعلى عكس الكالسيوم ، فإن معدل امتصاص فوسفور الماء ٠,٠٠١ فقط من ذلك المعدل لكالسيوم

الماء فى السمك ، علاوة على أن مستويات فوسفور الماء منخفضة جداً (أقل من ٠,٠٠٢ جزء / مليون)، وهذا هو أول عامل غذائى محدد فى البيئة المائية . لذلك فإن احتياجات السمك من الفوسفور ينبغى أن تشبع كلية من العليقة . وتبلغ احتياجات الفوسفور ٠,٢٩ - ٠,٨٠ ٪ فى العليقة حسب نوع السمك .

وهناك حقيقة أن كالسيوم الماء يمكن امتصاصه بسهولة من الماء ربما عند عدم ضبط النسبة المثلى بين كالسيوم وفوسفور العليقة لمعظم أنواع السمك . وإن تعددت التقارير التى تشر إلى عدم تأثير مستوى كالسيوم العليقة على احتياجات الفوسفور للقراميط والمبروك والتروت . ورغم ذلك فتشير التقارير إلى وجود نسبة مثلى بين الكالسيوم والفوسفور فى علائق أسماك معينة كالتروت (١ : ١) ، وفرخ البحر الأحمر (١ : ٢) (٠,٣٤ : ٠,٦٨ ٪) ، والخنشان (٢:١) (٠,٣٤ : ٠,٦٨ ٪).

ورغم عدم معرفة أسباب الأختلافات هذه بين الأنواع ، فإنه يبدو أن نوع السمك وعمره وتركيبة العليقة وكيمياء الماء كلها تؤثر فى الاحتياجات من المعدنين والنسبة بينهما . وفى بحث حديث أشار إلى أن نسبة امتصاص الفوسفور فى القناة الهضمية للمبروك تتأثر بمحتوى العليقة من الكالسيوم ، فزيادة كالسيوم العليقة (٠,١ - ٢,٦٥ ٪) تخفض نسبة امتصاص الفوسفور (محتوى العليقة من الفوسفور ٠,٦٤ ٪) من ٩٨ ٪ إلى حوالى ٧٧ ٪ . ولكن عموماً يصعب تقدير معامل امتصاص الفوسفور ، كما أن مثل هذا الانخفاض المفروض أن يؤثر فى النمو والاستجابة الفسيولوجية للسمك.

ب - ماغنسيوم - كالسيوم ، ماغنسيوم - فوسفور :

عرفت نسب الماغنسيوم إلى الكالسيوم ، والماغنسيوم إلى الفوسفور فى تغذية الطيور والثدييات ، وعلى أساس هذه النسب فيبدو أن احتياجات الماغنسيوم للحيوان تتوقف على تركيز الكالسيوم والفوسفور فى العليقة . وتتباين احتياجات ماغنسيوم الأسماك (٠,٠٤ - ٠,١٢ ٪) فى العليقة على حسب نوع السمك . وكما هو فى الحيوانات المستأنسة ، فإن نقص الماغنسيوم يؤدى إلى تكلس الكلى Nephrocalcinosis or renal calcification .

وعلى أى الحالات لا يوجد ما يشير إلى زيادة احتاجات السمك من الماغنسيوم بزيادة كالسيوم أو فوسفور العليقة ، وذلك قد يرجع إلى الحقيقة أن الأسماك يمكنها بسهولة امتصاص بعض معادن الماء . فلربما كان امتصاص ماغنسيوم الماء كافياً لزيادة الاحتياجات من هذا المعدن عند وجود تقلبا فى مستويات كالسيوم وفوسفور عليقة السمك .

جـ - نحاس - زنك :

يوجد تداخل بينهما فى تغذية الطيور والثدييات ويعتقد أنها علاقة تضاد antagonists لتشابه طبيعتهما من حيث التكافؤ ، مما يسمح لهما بالتنافس للارتباط بالبروتينات المشتركة فى امتصاص المعادن وتخليق الإنزيمات المعدنية Metalloenzymes . والمعروف عن هذا التداخل أنه فى السمك قليل . فقد اقترح وجود علاقة تضاد بين الزنك والنحاس فى التروات ، خاصة فى العلائق التى يعاق امتصاص الزنك

منها . وهذه العلاقة لم يثبت وجودها عند استخدام علائق محتواها من النحاس تراوح ما بين ١٥ - ١٥٠ مجم / كجم بنسبة ١ : ١ ، ١ : ٤ نحاس : زنك ، وأيضاً زيادة نحاس العليقة حتى ٦٦٤ مجم / كجم لم يؤثر على مستوى زنك الأنسجة فى التروات قوس قزح . وعلى هذا فعلى الأقل لا توجد علاقة التضاد فى التراوت قوس قزح بين النحاس والزنك ، فلم يتنافس العنصران على نفس الارتباط للامتصاص فى القناة الهضمية للسمك . فقد يمكن إثبات أن التراوت ربما ببساطة تأقلم على زيادة نحاس العليقة وتضاده بالزنك بزيادة امتصاص زنك الماء . عموما فإن وجود نقص الزنك فى السمك ربما يشير إلى أن امتصاص زنك الماء عبر الخياشيم عادة غير كاف لإشباع احتياجات السمك من الزنك .

د - سلنيوم - نحاس :

أهم دور للسلنيوم أنه أحد مكونات إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز ($GSH - P_X$) ومن ثم فيعرف بأنه مضاد أكسدة . وقد أشارت مختلف الدراسات كذلك لوظائف السلنيوم البيولوجية الأخرى . والسلنيوم يتداخل مع عدد من المعادن كالزرنيخ والكبريت والزنك والزئبق والكادميوم . وبعض هذه التداخلات لها فعل مضاد أو معقدة جدا كما فى حالة تداخل السلنيوم والزئبق .

وتوجد علاقة موجبة قوية بين سلنيوم ونحاس الكبد فى التروت والسالمون كما ثبت وجود علاقة ميتابوليز مية بين سلنيوم العليقة ونحاس الماء فى التراوت، حيث كل من العنصرين يبدو تغييره لسمية الآخر، ومازالت كيفية خفض السمية وهذا التداخل غير مفسرين . وتستجيب مستويات ميتالوثيونين الكبد Liver Metallothionine لمستويات نحاس الماء ، ولا تتأثر بالمعدلات الغذائية بالسلنيوم فى التراوت . وهذا يشير إلى أن زيادة تحمل التراوت للنحاس عند ارتفاع سلنيوم علائقها لم يبد رجوعه إلى زيادة تخليق الميتالوثيونين . ولم تظهر تأثيرات معنوية للمعاملات علي نسبة وزن الكبد Liver : body weitht ration (L B W) (وزن الكبد / وزن الجسم × ١٠٠) ، ولا على محتوى زنك الكبد للتراوت . وقد لوحظ تكلس الكلى Renal calcinosis فى حوالى ٧٧ ٪ من التراوت المغذى على عليقة مرتفعة السلنيوم عند مستوى نحاس ٠,٤ ميكروجرام / لتر ماء ، وانخفضت نسبة هذه الإصابات إلى ١٥ ٪ فى السمك المغذى نفس العليقة عند ارتفاع نحاس الماء إلى ١٣٧ ميكروجرام / لتر . ولوحظت حبات النحاس فى خلايا الكبد للسمك المربى على مستوى عال من سلنيوم الغذاء على مستوى نحاس ماء ١٣٧ ميكروجرام / لتر . أى أن تداخل السلنيوم والنحاس يخفض من وفرة السلنيوم والنحاس (النشط ميتابوليزميا) فى السمك . والعلاقة الموجبة بين سلنيوم ونحاس الكبد يعتقد أيضا أنها نتيجة ارتباط المعدنين معا لتكوين معقد سلنيوم - نحاس ، وإذا كان هذا الفرض سليما فإن هذا التداخل يكون له آثار أبعد من مجرد التأثير على سمية النحاس والسلنيوم في السمك مثلا إذا كانت مستويات نحاس الماء عالية لكن غير سامة ، فينبغى إحداثها نقص سلنيوم فى السمك حتى ولو كان مستوى سلنيوم العليقة طبيعيا أو كافيا . وهذا ربما يفسر بعض الاختلافات بين الأنواع الملاحظة نتيجة تداخل فيتامين (E) والسلنيوم فى السمك .

رابعا : تداخل المغذيات الصغرى - تركيب العليقة :

أ - الثيامين - كربوهيدرات :

عوامل تركيب العليقة كجودة وكمية البروتين ومصدر ومحتوى الطاقة يمكن أن تؤثر معنوياً على الاحتياجات والميتابوليزم لمعظم المغذيات . وبالنسبة للثيامين ، فإنه معروف فى تغذية الحيوانات الأليفة ، إن الدهن والبروتين يظهران تأثيراً موفراً للثيامين عند إحلالها محل الكربوهيدرات فى العليقة بنفس القيمة الحرارية . وعند دراسة تداخل الثيامين بتركيب العليقة (عالية الكربوهيدرات وعالية الدهن) فى التراوت ، فلم يلاحظ أى تأثيرات معنوية لتركيب العليقة على احتياجات الثيامين ، ولا على نشاط إنزيمات الترانس كيتولاز فى الكلى والكبد ولا على مستويات بيروفات ولاكتات البلازما . لكن ظهر تأثير مرتبط بنوع ووقت ظهور أعراض نقص الثيامين . فالتراوت المغذى على عليقة خالية من الثيامين وعالية الكربوهيدرات أظهرت أعراض النقص والنفوق بسرعة عن المغذاة على عليقة خالية الثيامين مرتفعة الدهن . أى أن ارتفاع كربوهيدرات العليقة له أثر وأسرع من ميتابوليزم الثيامين فى التروت ، رغم عدم مقدرة قياس ميتابوليزم الثيامين المتزايد بالمقاييس الفسيولوجية المستخدمة لقياس حالة الثيامين فى التراوت ، وقد لوحظ أخيراً أن مستوى بيروفوسفات الثيامين (TPP) فى أنسجة التراوت تعطى تقديراً أدق لحالة الثيامين فى التراوت عن المقاييس الأخرى مثل الترانس كيتولاز فى الأنسجة.

ب - بيريدوكسين - بروتين :

يرتبط ميتابوليزم البيريدوكسين (فيتامين B6) ببروتين الغذاء أو ميتابوليزم الأحماض الأمينية في الحيوان ، فزيادة بروتين الغذاء تزيد الاحتياجات من فيتامين (B6) . ولقدتوقع زيادة احتياجات السمك من فيتامين (B6) لزيادة احتياجاتها البروتينية عن معظم الحيوانات الأليفة الأخرى . وكما هو فى الحيوانات الأخرى ، فنقص فيتامين (B6) يؤدى إلى نقص نشاط الإنزيمات الناقلة لمجاميع الأمين aminotransferases (GOT & GPT) فى العضلات والكبد والبلازما فى السمك . ورغم زيادة الاحتياجات من البروتين الغذائى للسمك ، فإن احتياجات السمك من فيتامين (B6) يبدو أنها ليست أعلى عنها للحيوانات الأليفة الأخرى.

وقد أظهرت اسماك التراوت أعراض نقص للبيريدوكسين فى فترات قصيرة جداً من الزمن عند تغذيتها على علائق مرتفعة البروتين عنه عند تغذيتها على مستوى بروتين منخفض ، مما يشير إلى أن السمك المغذى على علائق مرتفعة البروتين (عن توصيات مجلس البحوث القومى NRC) تتطلب احتياجات أعلى من فيتامين (B6) ، وإن لم تظهر هذه العلاقة فى أسماك السالمون . وقد يرجع ذلك الى انخفاض بروتين العلائق المستخدمة (عن NRC) ، وهذا قد يفسر الاختلاف فى النتائج وهذا يتطلب مزيداً من الدراسة ، خاصة على الأنواع التى تتطلب مستوى عالياً من بروتين العليقة (خاصة فى عليقة البادىء starter-type diet عنه فى علائق النمو والحفظ) ونظراً لارتباط فيتامين (B6) فى الحيوانات

الأليفة بجودة بروتين العليقة ، فإنها فى حالة تغذية السمك على مسحوق سمك أو بروتين نباتى فقد تختلف الاحتياجات من هذا الفيتامين . كما أن تجهيز العلائق ربما أيضاً يؤثر على جودة البروتين مما يرجع تأثير نوع عمليات تجهيز وتصنيع العلائق على احتياجات السمك من هذا الفيتامين.

جـ - فيتامين (E)- الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع :

هناك علاقة ثابتة واضحة بين احتياجات فيتامين (E) والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى الحيوانات الأليفة . بينما فى تغذية السمك ، فإن احتياجات فيتامين (E) فى حالة العليقة منخفضة الدهن أو الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع يبدو أنها تتوقف على نوع السمك . وعموماً فقد لوحظ أن درجة عدم التشبع فى الدهن للعليقة تؤثر على مستوى فيتامين (E) فى أنسجة التراوت. كما لوحظت أعراض نقص فيتامين (E)بشدة فى التراوت المغذى على زيت سمك مقارنة بدهن الخنزير. وعليه فليس غريباً أن يسجل زيادة الاحتياجات من فيتامين (E) (كما لوحظ كذلك من تجارب على الحيوانات الأليفة الأخرى) بزيادة مستوى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى العليقة . وقد يرجع ميكانزم هذا التداخل إلى إفتراض الفعل الفسيولوجى المضاد للأكسدة لفيتامين (E) بارتباطه بالأغشية ، وهذا الافتراض ثم التأكد منه فى التروت بتغذيته على علائق بها ١٠ ٪ دهن وتحتوى مستويات مختلفة من فيتامين (E) ولوحظت أعراض نقص فيتامين (E) فى السمك (سوء تغذية عضلية ، تحلل الدم ، إذالة صبغات الجلد ، وغيرها) ، وتماثلها مع أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية فى السمك . ولما كان فيتامين (E) يمنع أكسدة الدهن، فليس غريباً أن تتشابه أعراض النقص لكل من الأحماض الدهنية الأساسية ولفيتامين (E) فى السمك ، مما يشير إلى اشتراك فيتامين (E) فى ميتابوليزم الدهون . والحديث كذلك أن احتياجات فيتامين (E)تزيد للسمك بانخفاض درجة الحرارة عن درجة الحرارة البيئية القياسية للنوع ، كما يمكن لانخفاض درجة الحرارة أن تؤثر على تركيب الأحماض الدهنية والميتابوليزم فى السمك ، مما يحتمل معه أن تتأثر كذلك تداخلات فيتامين (E) وبالأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع بانخفاض حرارة الماء عن حرارة البيئة القياسية .

د - زنك - كالسيوم - فيتات :

يتأثر المتاح بيولوجيا من الزنكBioavailability of Zinc فى علائق الحيوانات بتركيب العليقة (محتوى الكالسيوم والفيتات ، مصدر البروتين) ، تجهيز وتصنيع العليقة . بينما فى السمك فالمعلومات قليلة لأن إمداد السمك بالزنك فى العليقة شيء أساسى ؛ لأن امتصاص الزنك من الماء يبدو عدم كفايته لتغطية احتياجات الزنك.

أشهر عرض لنقص الزنك فى السمك (تراوت) هو ظهور إظلام عدستى العينين bilateral cataracts ، وتزداد حدة أعراض نقص الزنك بخلط العليقة بمخلوط معادن إضافى (للإمداد بفوسفات كالسيوم ، فوسفات صوديوم ، بيكربونات صوديوم ، كربونات بوتاسيوم) . لقد كانت المعادن السائدة فى

هذا المخلوط هى الكالسيوم والفوسفور ، والتى يقترح مسئوليتهما عن إثارة خفض المتاح بيولوجيا من الزنك، وقد ثبت ذلك بالفعل فى التراوت. والميكانزم المقترح لهذا التداخل هو تكوين راسب غير ذائب من الكالسيوم والفوسفور والزنك يعيق امتصاص الزنك . إلا أن زيادة مستوى أى من كالسيوم أو فوسفور العليقة كل على حدة لا يحدث نقص الزنك ولا يكون مياه العين (عتامة عدسة العين) . ويبدو أن هناك عوامل غذائية أخرى ينبغى وجودها لإحداث نقص الزنك فى السالمونات .

إن وجود الفيتات فى علائق التروت بتركيزه ٠,٥ ٪ لايبدو له تأثير على المتاح من الحديد والزنك ، وإن انخفض النمو مقارنة بالتراوت غير المغذى على فيتات .

ولكن الأبحاث الأحدث وجدت أن زيادة مستويات الفيتات تخفض بمعنوية الإتاحة البيولوجية للزنك فى السالمون ، وإن لم تظهر مياة العينين إلا على المستويات العالية من الفيتات (٢,٥٨ ٪) ، وهى أعلى كثيراً من المستوي الطبيعى (٠,٥ ٪) فى علائق السمك. وزيادة كالسيوم (١,٥٪) العليقة يثير تأثيرات فيتات العليقة على إتاحة الزنك بيولوجيا وتكوين مياة العين فى السالمون ويبدو تكوين معقد من الكالسيوم والزنك والفيتات فى القناة المعوية للأسماك وبهذا تنخفض إتاحة الزنك البيولوجية .

إن علائق السمك العملية المحتوية على ١,١ ٪ فيتات تتطلب إضافات من الزنك ١٥٠ مجم / كجم علف، حتى ولو كان زنك الجسم (٥٤ مجم / كجم) أعلى من احتياجات السمك (قراميط) من الزنك (٢٠) مجم / كجم عليقة)، لأن فيتات العليقة (١,١ ٪) يؤثر سلبياً على المتاح بيولوجيا من الزنك فى علائق القراميط.

الفصل الرابع
أجهزة التنفس والإخراج
Respiration and Excretion Systems

التنفس

ويقصد به التبادل الغازى بين الماء (أو الهواء) وسوائل الجسم ويطلق عليه التنفس الخارجى ، ثم التبادل الغازى ما بين سوائل الجسم والخلايا المختلفة ويطلق عليه التنفس الداخلى ، وذلك للقيام بعمليات الأكسدة البيولوجية فى الخلايا - ويطلق عليها التنفس الخلوى . والتنفس تقوم به فى الأسماك عدة أعضاء هى : -

١ - الرئة :

هناك أسماك ثنائية الرئة Lepidosireniformes إفريقية وأمريكية جنوبية متطورة للمعيشة فى المستنقعات شديدة الانخفاض فى الأوكسجين ، إذ لها القدرة على استخدام أوكسجين الجو ، فخياشيمها مختزلة وغير نشطة نسبيا ، وبجفاف المستنقعات تتمكن هذه الأسماك من التشرنق بالمخاط فى حفرة فى القاع الطينى وتكمن بداخلها عدة شهور دون نشاط لحين سقوط الأمطار حتى ولو بعد ٤ سنوات . وهناك أسماك رئوية ثانوية Dipnoi لها رئة واحدة تنتشر فى استراليا وهى من نوع Neoceratodus fosteri، وهى تستطيع الاستفادة من أوكسجين الماء ما لم يكن الماء راكدا تماما وهى غير قادرة على البيات الصيفى (التشرنق وعدم النشاط) لذا فتنتشر فى الأجسام المائية الدائمة . والأسماك الرئوية أكثر انتشارا فى المناطق الحارة عنها فى المناطق الباردة ، وأكثر شيوعا فى المستنقعات الاستوائية . وهذه الأسماك تتنفس الهواء الجوى اختياريا (رغم وفرة الأوكسجين فى الماء) أو إجباريا (عند جفاف المستنقعات أو انخفاض أوكسجين مياهها أو بطبيعتها حتى لو توفر أوكسجين الماء) فالرئات تعمل كأعضاء تنفس أساسية أو ثانوية .

ورغم أن الأسماك ثنائية الرئة تتحصل على حوالى ٩٠ ٪ من الأوكسجين اللازمة لها عن طريق الهواء الجوى بمساعدة الرئات حتى ولو كانت المياه جيدة التهوية ، فرغم ذلك يخرج معظم ثانى أوكسيد الكربون (٦٠ ٪) أساساً عن طريق الخياشيم .

٢ - الجلد :

الأسماك الملساء التى لا تحتوى جلودها على قشور (كالثعبان وغيره) يمكنها امتصاص كمية كبيرة من أوكسجين الجو والماء عن طريق جلودها ، فسمك الثعبان يتحصل على حوالى ١٠ ٪ من احتياجات

الأوكسجين فى الماء و٦٦ ٪ فى الهواء عن طريق التنفس الجلدى ، وهذا التنفس الجلدى يكفيه للحياة على الأرض طالما درجة الحرارة أقل من ١٥°م .

٣ - أعضاء أخرى غير أساسية

كما تحور الجلد لامتصاص الأوكسجين ، فهناك أسماك تبدى تحورات فى الرأس أو الجسم لنفس الغرض ، فقد تتطور خياشيم ثعبان السمك الأمريكى الجنوبى ببقائها منتشرة عند غياب الماء فتشكل سطحا تنفسياً . وفى ثعبان السمك الكهربى يتحور تجويف الفم والبلعوم للامتلاء والتفريغ للهواء لأنها متنفسة الهواء . كما يحصل المبروك العادى على فقاقيع هواء يمتص أوكسجينها بجزء فمى متخصص وذلك عند انخفاض تركيز الأوكسجين فى الماء . وقد تمتد أكياس أعورية تملأ بالهواء فى جدران البلعوم (أسماك رأس الثعبان) أو كتحور فى الأقواس الخيشومية (قرموط) كنوع من التنفس الهوائى المساعد . كما قد تستعمل المثانة الهوائية أو مثانة هوائية مساعدة (ثانوية) تشبه الرئة للتنفس الهوائى air breathing . كما قد تستعمل المعدة كذلك كعضو تنفسى . كما فى ثعبان المستنقعات . وتتنفس كثير من أسماك القرموط المدرعة عن طريق الأمعاء التى يستخدم جزء منها كرئة . وآكلات الطين من الأسماك تتنفس معويا إذ تحصل على الهواء عن طريق الفم ويمر إلى الأمعاء ويخرج من الشرج ، ومن أمثلتها كذلك بعض القراميط فى أمريكا الجنوبية . وكلها تحورات قد تتصل بالجهاز الخيشومى كعوامل مساعدة للتنفس الخيشومى و/ أو للتنفس الهوائى .

٤ - الخياشيم :

هى عضو التنفس الأساسى فى الأسماك عظمية كانت أم غضروفية ، وهى مختلفة العدد ، وتوجد تحت الغطاء الخيشومى ، وهى عبارة عن أزواج من الأقواس العظمية المغطاة بالعضلات تدعم صفا مزدوجا من الخيوط (الأشعة) الخيشومية الحمراء التى تكون التركيب التنفسى الحقيقى للسمك ، فالقوس الخيشومى يحمل الأشعة الخيشومية فالصفائح الخيشومية وهى ثنايا وعائية من الغشاء المخاطى تنتظم على جانبى كل حاجز خيشومى .

وقد يحل محل الصفائح الخيشومية خيوط خيشومية سائبة تتدلى من الأقواس الخيشومية . ويختلف حجم الغطاء الخيشومى والخياشيم وتركيبها وموقعها من الجسم باختلاف أنواع الأسماك . والخياشيم هى المكان الرئيسى لتبادل الغازات بين جسم السمك والماء (وسط المعيشة) ، إذ لديها كفاءة عالية فى إستخلاص الأوكسجين الذائب بنسبته البسيطة فى الماء (٣ ٪ من أوكسجين الهواء الجوى) ، نظرا لكبر المساحة التنفسية على الخياشيم والتى تشكلها مسطحات الصفائح الخيشومية الأولية (الأساسية) والثانوية الغنية بالأوعية الدموية التى يسير فيها الدم فى عكس اتجاه سريان الماء الخارج من الخياشيم وذلك لكفاية وقت التبادل الغازى .

ويندفع الماء إلى الفم ويخرج مارا بالخياشيم نتيجة تبادل انقباض وانبساط تجويفى الفم

والخياشيم ، فينبسط التجويف الفمي أولا ليندفع إليه الماء ثم ينقبض تجويف الفم مع إنبساط التجويف الخيشومي لدفع الماء إلى الخياشيم ويتم تبادل الغازات ، وتستمر الدورة باستمرار . وقد ينعكس اتجاه هذه الحركات لتطرد السمكة ما يحيط بالخياشيم من شوائب وتسمى هذه الحركة بكحة السمك . ويخضع سريان الدم فى الصفائح الخيشومية إلى تحكم عصبى هرمونى يتحكم به الجسم فى كمية الأوكسجين وتبادل الأيونات بين الدم والماء . وعليه فقد يكون التنفس بطيئا وعميقاً كما فى الأسماك ساكنة القاع وفيها يكون حيز الخياشيم قويا وقابلا للامتداد ، بينما فى الأسماك سريعة العوم كالسالمون تكون هذه القاعدة معكوسة أى حيز الخياشيم صغير . فسمك الضفدع له مساحة مسطح خياشيم ١٦٠ مم ٢ / جم سمك بينما الماكريك ١٠٤٠ مم ٢ / جم والتونة ٢٠٠٠ مم ٢ / جم سمك ، ومعظم الأسماك العظمية فى حدود (١٥٠ - ٣٥٠ مم ٢ / جم) .

وزيادة محتوى الماء من ثانى أوكسيد الكربون أو نقص الأوكسجين تؤديان إلى زيادة حجوم الماء المتجددة فى وحدة الزمن فى الأسماك العظمية مع زيادة حجم التنفس (عمق التنفس) وتكراره مع انخفاض درجة الاستفادة من الأوكسجين فى ماء التنفس . حيث إن درجة الاستفادة = (الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الشهيق - الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الزفير) / الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الشهيق × ١٠٠ وكفاءة الأسماك العظمية فى الاستفادة من المحتوى الأوكسجينى للماء تبلغ ٨٠ ٪ مقارنة بسمك الكلب الذى كفاءته حوالى ٥٠ ٪ .

نتائج تنفس سمك الثعبان وسمك السالمون وزن ٤٠٠ جم على درجة حرارة ١٧ °م للثعبان و١٥ °م للسالمون :

	سمك ثعبان		سمك سالمون	
محتوى ماء التنفس من الأوكسجين مل / لتر	٦,٦	٢,١	٦,٨	١,٨
حجم الماء المتجدد بالتهوية مل / كجم / ق	٨٩	٧٩٢	٥٥٦	٣٣٥٠
حجم الشهيق مل / كجم	٥,٦	٢٣,٨	٦,٩	٣١,٣
تكرار التنفس مرة / ق	١٦	٣٢	٨٠	١٠٧
استفادة الأوكسجين من ماء التنفس ٪	٨٢	٥٣	٣٥	١٨
استهلاك الأوكسجين مل / كجم / ق	٠,٤٨	٠,٨٣	١,٢٧	١,٠٥

ويصل تركيز أوكسجين دم السمك إلى ٢٥ ضعف تركيزه فى الماء ، وهذا يستلزم طاقة كبيرة لتكوينه ، ووجود تلوث عضوى فى الماء يزيد الطاقة المبذولة لتركيز الأوكسجين والاستفادة منه ، ونقص أوكسجين الدم يزيد سرعة تيار الدم فى الصفائح الخيشومية مما يفجر طلائيتها وتصير معرضة للغزو الميكروبى المميت للسمك .

وهناك علاقة عكسية بين مسطح الخياشيم / وحدة وزن جسم سمك ووزن الجسم ، كما يزيد الزمن اللازم لنقل الأوكسجين من الخياشيم إلى أجزاء الجسم المختلفة بزيادة حجم السمك . وينخفض استهلاك الأوكسجين / وحدة وزن جسم للسمك الكبير عنه فى السمك الصغير . وتحت ظروف انخفاض الأوكسجين المذاب وارتفاع درجة الحرارة وزيادة حجم التنفس تنخفض الاستفادة من الأوكسجين إلى ١٠ - ٢٠ ٪ من الأوكسجين المذاب فى الماء المار فوق الخياشيم .

وتزيد تهوية الخياشيم (عدد مرات التنفس) لمواجهة ارتفاع الطلب على الأوكسجين بارتفاع درجات الحرارة ، كما يزيد حجم التهوية بانخفاض الأوكسجين الذائب . ويظل معدل استهلاك الأوكسجين ثابتا بانخفاض الأوكسجين الذائب حتى ترتفع درجة الحرارة فيزيد ميتابوليزم التنفس . ويزيد معدل الاستفادة من الأوكسجين مع درجات الحرارة .

ويجب معرفة أن بعض الأسماك تتنفس جلديا وخيشوميا ورئويا ، أى يمكن إحداث التبادل الغازى فى نفس نوع السمك بأكثر من طريقة معا .

الإخـــــراج

يقصد بالإخراج التخلص من نواتج الميتابوليزم غير النافعة والضارة وكذلك المواد الغريبة عن الجسم، وذلك بطرق عديدة سواء عن طريق الكلى أو الخياشيم وغيرها . فالإخراج تقوم به عديد من الأجهزة ، **فالجهاز الهضمى** يخرج المادة الصلبة غير المهضومة مع جزء من أنسجة الجسم وإنزيماته وعصائره فى الروث ، كما تقوم **الخياشيم** بإخراج الغازات المختلفة نتيجة التبادل الغازى كما تخرج نواتج التمثيل الغذائى من فضلات أزوتية . ففى الأسماك العظمية تخرج طلائية الخياشيم أمونيا أكثر مما تخرج الكلى . وتخرج الكلى (عن طريق البول) فى الأسماك البحرية كميات كبيرة من مركب ثالث ميثايل أمينو أوكسيد Trimethylaminoxid (TMAO) وهو مركب ذائب وغيـــر ســـام (ويوجد كذلك فى عضلات الأسماك البحرية) وبفعل البكتيريا تتحرر منه مركب ثالث ميثايل أمين (TMA) المميز لرائحة أسماك البحر الميتة، ومركب TMAO مصدره خارجى أى من العوالق الحيوانية التى تحتوى على هذا المركب بتركيز عال . وتقوم **الكليتان** (أو الجهاز البولى) بإخراج الماء ونواتج الميتابوليزم عموما .

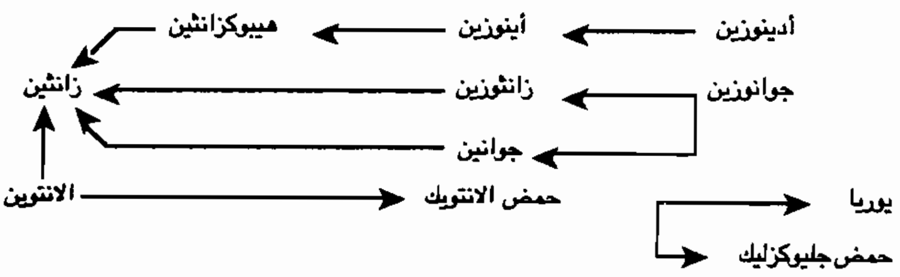
CH_3
1
CH_3 -- N -- CH_3
11
O

والجهاز البولي فى الأسماك معقد ومتغاير بتغاير الأسماك وبيئاتها ، ورغم الارتباط بين الجهازين البولي والتناسلى لعلاقة الكلى بالجهاز التناسلى فى بعض الأسماك ، إلا أن الجهازين منفصلان فى أغلب الأسماك العظمية . وتختلف وظيفة أجزاء الكلى فى الأسماك ، فالجزء الأمامى مضمحل وظيفيا فى كثير من الأسماك.

ويتكون الجهاز البولي فى الأسماك من كليتين متقاربتين ومتطاولتين على الناحية الظهرية لجسم الأسماك ، وتتكون الكلى من الوحدات التركيبية المعتادة (النفرونات Nephrons) أى الأنابيب الكلوية . وتتصل الكلى بقنوات بولية تصب فى المثانة البولية أو الكيس البولي التناسلى . وتركيب الجهاز البولى شديد التباين التركيبى لتباين تطور الأسماك المختلفة .

وتخرج الأسماك ناتج ميتابوليزم البروتينات فى صورة أساسية هى الأمونيا غير المتأينة NH_3 وهى سامة عن الأمونيا المتأينة NH_4 لقدرتها على المرور خلال الأغشية الخلوية بشكل أكبر . ويتأثر الإخراج فى شكل أمونيا سامة على pH الماء ودرجة حرارته وملوحته ، فكلها تؤثر على الاتزان بين صورتى الأمونيا ، فزيادة pH الماء وحدة واحدة يزيد تواجد الشكل السام من الأمونيا بمعدل ١٠ مرات ، والعكس فإنخفاض pH الماء يكون مصحوبا بمستوى غير سام من الأمونيا . كما أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من إخراج الأمونيا وكذا اليوريا . ويؤدى التسمم بالأمونيا إلى أوديما ورشح مع تكتل واندماج الصفائح الخيشومية مؤدية إلى موت السمك بتأثير الاختناق Asphyxiation . لذلك تتحمل الأسماك تركيزات عالية من الأمونيا الناتجة من فضلات أزوتها لسرعة واستمرارية إفرازها من الخياشيم خارج أجسامها ، كما أن أنسجتها لديها القدرة على التحمل للأمونيا أكثر عن الحيوانات الأخرى التى تخرج اليوريا Ureotelic أو التى تخرج حمض اليوريك Uricotelic كناتج أساسى نهائى لميتابوليزم الأزوت . الأسماك تخرج اليوريا كذلك مع الأمونيا بنسب متفاوتة مع زيادة نسبة اليوريا إذا خرج السمك من الماء أو بإنخفاض مستوى ماء الأحواض .

ورغم زيادة إنتاج الأمونيا غير المتأينة عن اليوريا فإن تركيزهما فى الجسم على العكس فاليوريا أعلى تركيزا من الأمونيا فى أنسجة السمك . ومصدر اليوريا (التى تخرج أساسا عن طريق الخياشيم بنسبة أكثر من ٩٠ ٪ من اليوريا الكلية الخارجة من كل من الخياشيم والكلى) هو حمض اليوريك كما يوضحه الرسم التالى :



ويســاعـد فى ذلك كـثـيــر من النظم الإنزيـمـيــة وهى adenosine deaminase , guanosine deaminase , nucleoside phosphorylase , guanase , xanthine oxidase , uricase , allantoinase & allantoicase .

بعض الأسماك العظمية البحرية لا تظهر قنواتها الكلوية فى نهايتها أى جسيمات ملبيجى ، وعليه فإن هذا الاختزال لا يمكن من عملية الترشيح الكلوى وعليه تختف بشدة كمية البول الخارجة من هذه الأسمــاك (٢,٥ مل / كجم / يوم) مع ما تخرجه أسماك الماء العذب (٣٠٠ مل / كجم / يوم) .

ويرتفع تركيز أيونات الماغنسيوم والكالسيوم والكبريتات مائة ضعف فى البول عما هو عليه فى الدم ، بنما يكون تركيز الكلور ضـئيـلا جدا فى البول . وتخـرج الأسـمـاك كذلك بارا أمينو حـمض الهيبيوريك P-aminohippuric acid وغيرها عن طريق الكلى إلا أن البول دائما خال من الجلوكوز (حتى مع ارتفاع تركيزه فى البلازما) والأينولين .

تستخرج الأسماك العظمية حتى ٩٠ ٪ من الأزوت الخارج من الميتابوليزم عن طريق طلائية الخياشيم وأساسا فى صورة أمونيا مع القليل من اليوريا . بينما المواد صعبة الانتشار كحمض اليوريك والكرياتينين فإنها تخرج من الجسم أساسا عن طريق الكلى .

وتقوم الأسماك بالإخراج للداخل أى بتخزين بعض نواتج الإخراج فى خلايا معينة ، فتخزن الأسماك الجوانين فى هيئة بللورات فى خلايا القزحية iridocytes فى الجلد وفى أشكال مختلفة كذلك فى شبكية ومشيمة العين .

الضغط الأسموزي

تقوم الكلى بترشيح سائل الدم من فضلات وإخراجها فى البول ، فالكلى وسيلة ضخ للماء من داخل جسم السمك إلى الخارج . ولما كانت الحيوانات تموت إذا ما غمرت فى سائل مخفف جدا أو مركز جدا بالنسبة لسوائل الخلايا أو الجسم ، لذلك إذا عاشت الاسماك فى الماء العذب فإن سائلها الداخلى يسحب الماء من الخارج ويصبح مخففا وبقيام الكلية بضخ الماء إلى الخارج باستمرار فإنها تحافظ على تركيز المحاليل داخل الكلية .

أما أسماك الماء المالح فتركز الأملاح فى دمائها وتقوم غدد خاصة بإفراز الأملاح الزائدة فى الجسم إلى الماء المار عبر الخياشيم . كما يعتقد أن غدة المستقيم فى صفائحية الخياشيم Elasmobranchs تفرز أيونات الصوديوم والكلور كجزء من طرق التنظيم الأسموزى . وتقوم أسماك بحرية أخرى بتركيز اليوريا لرفع تركيز السائل الداخلى إلى نفس التركيز فى الخارج . بل وأعلى منه أحيانا لتوازن السوائل داخل وخارج الجسم . والأسماك العظمية لها طلائية خياشيم أقل نفاذية ؛ لذلك ترفع محتوى الدم من اليوريا ليماثل فى أسموزيته أسموزية ماء البحر . فتقوم الأسماك بالاحتفاظ باليوريا ولا تخرجها كلها حرصا على التنظيم الأسموزى حتى لا تجف أجسامها بارتفاع ملوحة الماء ، بينما تخفض من تركيز

يوريا جسمها إذا إنتقلت إلى ماء أقل ملوحة . إلا أن السمك لا يحتمل اليوريا كثيرا ، إذ تؤدى إلى تثبيط إنزيمات عمليات الأكسدة وهدم الجليكوجين .

أى أن الأسماك تقوم بتنظيم أسموزى Osmoregulation للمحافظة على التوازن بين الماء والملح فى أنسجتها ليتوازى ضغطها الأسموزى مع الضغط الأسموزى لوسط معيشتها .

ميزان الملح والماء للفقاريات المائية وكيفية حل مشكلة الضغط الأسموزى :

الحيــوان	استهلاك ماء البيئة	تركيز الدم بالنسبة لماء البيئة	تركيز البول بالنسبة لتركيز الدم	وسيلة إخراج الملح
أسماك عظمية بحرية	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من الخياشيم
أسماك عظمية ماء عذب	يدخل الماء من الخياشيم والمعدة	أعلى	أقل	البول أقل تركيزا
برمائيات	لا تشرب ماء البحر	متعادل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من غدة المستقيم
زواحف	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / الدموع أعلى تركيزا
طيور	تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول مركز قليلا / إفراز الأنف عالى التركيز
ثدييات	لا تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول عالى التركيز جدا

ويعبر عن التنظيم الأسموزى بالأوزمول Osmole (جرام جزيئى / لتر (كجم) ماء) فواحد مول كلوريد صوديوم / كجم له ٢ أوزمول . والأسهل لسوائل الجسم أن يعبر عن أسموزيتها بالمللى أوزمول

(mosm) ، وقد يعبر عن التركيز الأسموزى بدلالة الانخفاض فى درجة تجمد السوائل كما يوضحه الجدول التالى :

درجات تجمد الماء عند درجات ملوحة مختلفة :

الملوحة جزء / ألف	درجة التجمد م°	مللى أوزمول / كجم
٥	-٠,٢٩	١٥٥
١٠	-٠,٥٨	٣١٢
١٥	-٠,٨٧	٤٤٤
٢٠	-١,١٣	٦٠٨
٢٥	-١,٤٥	٧٨٠
٣٠	-١,٧٢	٩٢٥
٣٢ (ماء البحر)	-١,٨٦	١٠٠٠
٣٥	-٢,٠٣	١٠٩١
٤٠	-٢,٣٥	١٢٦٣

ويطلق على المحاليل منخفضة الأسموزية (التوتر) أى منخفضة تركيز الملح hypotonic أو hyposmatic ، والمحاليل مرتفعة التركيز الملحى أى مرتفعة الأسموزية يطلق عليها hypertonic أو hyperosmatic بينما متعادلة الأسموزية يطلق عليها isosmatic .

فالتركيز الأسموزى لدم الأسماك فى المياه العذبة يقع ضمن الحدود العالية للأسموزية (٢٦٥ - ٣٢٥ مللى أوزمول / كجم) فلابد لها من منع تخفيف الدم بإنتشار الماء للداخل بطرق عديدة ، منها إخراج بول مخفف عن البلازما لكنه غزير ، واحتجاز بعض نواتج الميتابوليزم ويساعد فى هذا التنظيم كل من الكلى والمثانة وامتصاص الماء عن طريق الجلد ودور الخياشيم فى استخلاص المعادن من الماء ونقلها إلى الدم ، وكذلك دور الخياشيم فى امتصاص الماء .

دماء الأسماك البحرية لها تركيز أسموزى (أقل منه لماء البحر المالح) ٣٨٠ - ٤٧٠ مللى أوزمول / كجم ، وتقوم هذه الأسماك باحتجاز المواد النيتروجينية لتعويض الانتشار للماء المتجة إلى خارج الجسم خلال الخياشيم والجلد كذلك تبتلع ماء البحر ويمتص من القناة الهضمية ، إذ تمتص العناصر المعدنية وتخرج الزيادة منها عن طريق الخياشيم والبول والبراز . فالأسماك البحرية تشرب أكثر وتخرج بولا أقل عما هو فى أسماك الماء العذب . وفى المناطق المتجمدة تزيد الأسماك من أسموزية دمائها بزيادة تركيز مواد عضوية (خلاف السكر واليوريا) لتزيد الانخفاض فى درجة التجمد للدم لتشابه أسموزية الدم وماء البحر .

أما الأسماك ثنائية الهجرة بين الماء المالح والماء العذب فلها ميكانزم تحمل ملوحة خاص يشمل تغييرات شكلية وفسيولوجية يسهل عملية التنظيم الأسموزى فى البيئة الجديدة .

والتنظيم الأسموزى يرتبط **بالتنظيم الأيونى** Ionoregulation **والمائى** من خلال عمل كل من :

١ - **الخياشيم** : إذ تحتوى خياشيم الأسماك على خلايا كبيرة غنية بالميتوكوندريا تعرف بخلايا الكلوريد ، تشترك فى تنظيم الأيونات لمقدرتها على إخراج كلوريد الصوديوم ، أى أنها تكون نسيج إخراج الملح فى خياشيم الأسماك فى الماء المالح عن طريق نقل أيون نشط بواسطة إنزيم Sodium / Potassium - stimulated adenosine triphosphatase (Na^{+}/K^{+}-ATPase) ويزيد نشاط إنزيم Succinic dehydrogenase (SDH) الميتوكوندريا كذلك كمرقم بيوكيماوى آخر لنشاط الميتوكندريا ، إذ يشبه فى نشاطه نشاط الإنزيم الأول NA^{+} / K^{+}- ATPase ، ويتركز فى خلايا الكلوريد بالخياشيم ، فيزيد كذلك نشاط إنزيم SDH فى الخياشيم بالانتقال إلى الماء المالح مع زيادة إنزيم Na^{+} / K^{+}- ATP ase ، كما قد تزيد العمليات الأخرى المتطلبة للطاقة كما فى نقل الأيونات ثنائية التكافؤ بواسطة إنزيم Ca^{++}/Mg^{++} - ATP ase الذى ينشط بالنقل إلى الماء المالح وزيادة الحاجة لإنتاج الطاقة فى خلايا الكلوريد .

٢ - **الأمعاء** : تقوم هي الأخرى بإمتصاص السوائل فيها ويزيد هذا المعدل بالانتقال إلى الماء المالح ، وهذا العمل يتوقف على الكلوريد ومرتبط بدخول الصوديوم والكلور الواردان من / Na^{+} K^{+} - ATP ase فى مخاطية الأمعاء كما في الخياشيم ، ويحدث ذلك لأقلمة الأسماك (السالمون ، الثعبان) على الماء الأسموزى (الجاف ، المالح) .

٣ - **الكلى** : لها أسلوبها في هذا التنظيم ، إذ بانتقال الأسماك (السالمون مثلا) إلى الماء المالح يصاحب ذلك انخفاض معدل الترشيح الحبيبى للكلى مما يخفض من معدل التبول لحفظ ماء الجسم وينخفض نشاط إنزيم Na^{+} / K^{+}- ATP ase فى الكلى كوسيلة لحفظ ماء الجسم من البيئة المالحة كما حدث كذلك من الأمعاء والخياشيم . فالكلى يمكنها إنتاج بول أكثر تركيزا من الدم ، أى يمكنها تخليص الجسم جزئيا من أملاحه .

٤ - **تنظيم هرموني** : هناك منظمات هرمونية Hormonal Regulators لعملية تنظيم الأسموزية وتشمل :

أ - **هرمونات الدرقية** Thyroid Hormones : إذ يزيد مستوى هرمون الثيروكسين فى البلازما كما يزيد ثلاثى أيودوثيرونين عن نقل السمك إلى الماء المالح . ونقل السمك إلى الماء المالح فى أثناء زيادة نشاط الدرقية يحدث انخفاضا مفاجئا فى الثيروكسين (T_4) وثلاثى أيودو ثيرونين (T_3) فى البلازما . وقد وجد أن تنبيه الدرقية يحدث فى الماء

العذب أكثر منه فى الماء المالح رغم أهمية وظيفة الدرقية لنجاح التنظيم الأسموزى فى أسماك الماء المالح .

ب - **النخامية وجزء بين الكلية** Pituitary - interrenal axis : يزيد نشاط النخامية والكلية عند نقل الأسماك (السالمون) إلى الماء المالح فيزيد الكورتيزول فى البلازما ، والذى قد يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم Na^{+} / K^{+} - ATP ase الخياشيم ، إذ أن حقن ثعبان السمك بالكورتيزول وحقن السالمون بهرمون أدرينوكورتيكوتروبين Adrenocorticotropin (ACTH) قد شجع على زيادة عدد خلايا الكلوريد بالخياشيم ونشط إنزيم Na^{+} / K^{+}- ATP ase وكذلك نشط من إنزيم SDH فى خياشيم السالمون . وتؤدى الهرمونات المنشطة للدرقية والمفرزة من النخامية إلى التنظيم الأسموزى من خلال تبنيها لإفراز هرمونات الدرقية ويؤثر الأرجنين فازوتوسين Arginine vasotocin على فعالية الكلية وعلى نفاذية الصوديوم فى أسماك المياه المالحة والعذبة على حد سواء .

جـ - **البرولاكتين** Prolactin : له دور أساسى فى التنظيم الأسموزى فى الماء العذب مع حفظه لمستوى بلازما الصوديوم والكلور . ويقل نشاط خلايا ايتا Eta المفرزة للبرولاكتين فى النخامية بزيادة ملوحة الماء (للسالمون) .

د - **هرمون النمو وستيرويدات الجنس** Growth hormone & sex steroids :

يزداد نشاط سوماتوترويات النخامية (الخلاية المسئولة عن إفراز هرمون النمو) مع زيادة نمو السمك وتزيد القدرة على تحمل الملوحة . وقد ترجع زياة النمو لتأثير هرمون النمو على هرمونات الدرقية . الاستيرويدات البنائية Anabolic steroids (مثل إيثيل استراديول) تدفع معدل النمو فى الزريعة (للسالمون) ، بينما تخفض فى الأعمار الأكبر. كذلك ميثيل تستوستيرون يؤدى إلى زيادة معدل نمو الزريعة (السالمون) فى الماء العذب ، ويثبط النمو للعمر الأكبر في الماء المالح . ولما لوحظ من تثبيط في نشاط إنزيمى Na^{+}/K^{+}- ATPase & SDH فى الخياشيم للذكور الناضجة مع زيادة مستوى تستوستيرون البلازما ، فهذا يدعو للاعتقاد بتداخل ستيرويدات الجنس مع نشاط الإنزيمات المهيمنة على التنظيم الأسموزى .

هـ - **أجسام إفرازية داخلية أخرى** Other endocrine bodies : فالجسم الأصفر يزيد من نشاطه الإفرازي فى أثناء الأقلمة على الماء المالح وكاستجابة للتغييرات البيئية كمستويات الكالسيوم والصوديوم ، فربما يلعب الجسم الأصفر دورا فى تنظيم الخياشيم فى النقل الأيونى ، فإزالة الجسم الأصفر من ثعبان السمك أدى إلى تضخم وزيادة عدد خلايا الكلوريد وزيادة نشاط إنزيم Ca^{++} / Mg^{++} - ATP ase الخياشيم وزيادة

مستوى كالسيوم البلازما .

٥ - **المعادن الثقيلة** Heavy metals : إطالة فترة التعرض لآثار من التلوث بالنحاس تثبط نشاط إنزيم Na^+/K^+-ATP ase الخياشيم وتعيق الأقلمة للماء ويحدث نفوق بمعدل كبير . كذلك التعرض للكادميوم يعيق التأقلم على الماء المالح ، ولوحظت تأثيرات مماثلة عند تلوث بيئة السمك بالرصاص أو الزنك وغيرها من المعادن الثقيلة .

٦ - **زيادة حموضة الماء** Low pH Waters : تعيق النمو وتثبط نشاط إنزيم / Na^+ K^+- ATP ase وتقلل من تحمل الملوحة وتعيق القابلية لتنظيم أيونات البلازما .

٧ - **درجة الحرارة** Temperature : انخفاض درجة حرارة الماء لبعض الأنواع من الأسماك يثبط نشاط إنزيم Na^+ / K^+ - ATP ase .

الفصل الخامس

الجهاز التناسلى والتفريخ

غالبا ما يرتبط الجهاز التناسلى بالجهاز البولى خاصة بالأسماك الغضروفية وبوجه عام يتكون الجهاز التناسلى من المناسل (مبيض فى الإناث أو خصيتين فى الذكور) والمجارى المنسلية (وعاء ناقل فى الذكر أو قناة بيض فى الإنثى) التى تفتح فى الحلمة التناسلية إما منفصلة عن الفتحة البولية (فى الإنثى) أو مشتركة معها (فى الذكر) فى الأسماك العظمية . وفى الأسماك الغضروفية مبيض واحد للإناث والمبايض يختلف حجمها باختلاف الحالة التناسلية إذ يزداد حجمها كثيرا جدا ويأخذ شكلا محببا كما يختلف لونها حسب درجة نضج البيض . ويزيد فى الأسماك الغضروفية وجود كلابتين تشكلان كيس الزراق أمام المزرق فى الذكور يستخدم فى نقل السائل المنوى عند الجماع (السفاد) .

النضج الجنسى : Sexual maturity :

يقصد به فى الأسماك العمر عند أول وضع للبيض بينما فى الحيوانات الأخرى يعنى العمر الذى عنده يصير الحيوان قادرا على التناسل والتكاثر . وتبلغ الأسماك جنسيا عند بلوغها طول معين . ويرجع صغر حجم الذكور البالغة عن الأناث أن الإناث لها غدد صماء أكبر من الذكور لتواجه بها إخراج المخزون الغذائى الكبير فى جسمها (من جليكوجين وأحماض أمينية حرة ودهون وخلافه) إلى البيض ، وقد يتطلب النضج الجنسى كذلك ارتفاع درجة الحرارة (كما فى البلطى) تبلغ على الأقل درجة حرارة الماء ٢٢°م قبل بداية عملية التكاثر ، إذ تؤدى درجة الحرارة إلى ارتفاع الاستروجين والأندروجينات فى موسم تكاثر الإناث وارتفاع الأندروجينات فى موسم تكاثر الذكور بالإضافة لإرتفاع نسبة الجونادوتروبين .

ويتطلب السالمون خفض مدة الإضاءة ليبدأ فى انتاج السبرمات . **فيتأثر معدل النضج الجنسى بعوامل خارجية أهمها** : التغذية ودرجة الحرارة وفترة الإضاءة وتيارات الماء ، وعليه نجد أن :

١ – الأسماك ذات معدل النمو الجيد تبلغ جنسيا مبكرا وفى حجم أصغر عن الاسماك متوسطة معدل النمو ، بينما الأسماك فقيرة النمو تنضج جنسيا متأخرا .

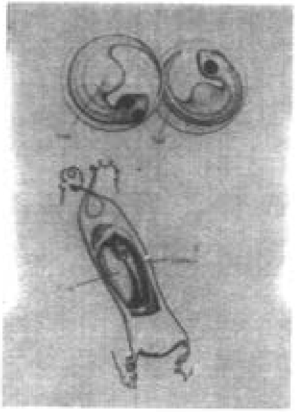
٢ – عمر النضج الجنسى فى العشائر يتباين لنفس النوع اعتمادا أساسيا على حجم السمك ، وبالتالى على معدل النمو ، فالأسماك ذات معدل النمو الأفضل تبلغ جنسيا مبكرا ، وتضع عد مرات أكثر منه فى الأسماك فقيرة النمو .

وتنتج الخصى الحيوانات المنوية بينما تنتج المبايض البيض . ومع الحيوانات المنوية تنتج إفرازات من الأنابيب المنوية وتشكل معا السائل المنوى Milt. ويختلف الحيوان المنوى شكلا باختلاف الأنواع كما

تختلف فى تراكيبها الوراثية . ويتطور البيض فى المبايض ويحتوى المح (بروتين) والقطرات الزيتية (دهن) لتغذية الأجنة فيما بعد . وقد تكون أغشية البيض رقيقة فى الأنواع التى تنال رعاية آبائها ، بينما البيض الذى لا ترعاه الآباء يكون غلاف البيض متقرنا لحماية البيض من الجفاف إذا انجرف نحو الشاطىء . وبيض الأسماك البحرية عائم بينما بيض أسماك الأنهار غاطس . وهناك بيض طاف غير ملتصق وبيض آخر غاطس له قابلية للالتصاق . والبيض وإن كان معظمه دائرى فيوجد بيض بيضاوى وبيض متطاول وقد يحمل محاليق لتثبيت البيض . ويتباين كثيرا حجم البيض بتباين الأنواع فبينما يوجد بيض ناضج قطره ١,٧ مم فهناك بيض ناضج قطره ٣٠ مم .

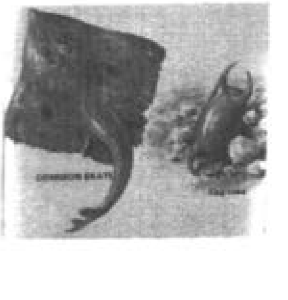
كل نوع من الأسماك يختلف ، ليس فقط فى شكل ولون وتركيب ووضع المناسل ، بل أيضا فى العمر عند النضج الجنسى وفى عدد البيض وصفاته المختلفة ، وعلى ذلك فلكل نوع طريقة فى تناسله ينجح بها فى الحفاظ على نوعه رغم الظروف البيئية المختلفة . فأسماك تضع آلاف البيض وأخرى تضع ملايين البيض ، وعموما كلما زاد عدد البيض قل قطره ، كما يتوقف عدد وحجم البيض على عمر السمك .

ورغم أن البلطى يبلغ (ينضج) جنسيا مبكرا عند عمر ٢ - ٣ أشهر للموزمبيقى ، ٧ شهور للرندالى ، ثانى عام للأوريا ، فهناك أسماك تنضج جنسيا فى عمر ٧ - ٩ سنوات لذكور الحفش



أعلى : تطور بيض أسماك البليس Plaice يوضح جنين السمك والصفار الذى يتغذى عليه حتى الفقس .

أسفل : بيض سمك الكلب يوضح تطور الجنين، لاحظ المحاليق .



قوابع (ورنك عادى) وبيضة فى شكل صندوق ذو زوايا قائمة (متوازى مستطيلات) قرنى يوضع على القاع ليفقس بعد عدة شهور .

و ٨ – ١٤ سنة لإناثه ، حيث تعمر أسماك الحفش لأكثر من ٥٠ سنة ، وتضع الأنثى ما يزيد عن ٢ مليون بيضة تباع ككافيار (لأنواع البحر الأسود) . ويتوقف عمر النضج الجنسي على عوامل أهمها دجة الحرارة ، إذ أن الجو البارد يؤخر النضج الجنسي ، فمبروك الحشائش في مصر ينضج في عمر عامين ، وفي المجر في عمر خمسة أعوام .

ولكل نوع من السمك موسم تكاثر مميز من حيث طول النهار ودرجة الحررة ووفرة الغذاء وعوامل الماء والبيئة المختلفة الأخرى التي تنبه السمك للدخول في دورة تناسل . وقد تكون الدورة التناسلية على مدار العام كما في بعض أنواع البلطي والقوابع ، أو مرة كل عامين أو كل عام ، أو ١-٢ دورة في العام (مبروك عادي) ، أو كل ٤ أسابيع (الجوبي) . أو مرة واحدة في العمر في بعض الأنواع القليلة . ونفس النوع السمكي يختلف في عدد مرات وضع بيضه باختلاف الظروف البيئة ، فالمبروك يضع مرة واحدة في المناطق المعتدلة (٢٤°م صيفا ، ٣,٦° شتاء ، وعدد ساعات ضوء الشمس في الشتاء نصف ما للصيف) بينما يضع مرتين في السنة في المناطق الاستوائية . وتؤدي هذه المؤثرات المختلفة إلى تنبيه النخامية التي بدورها تنبه المناسل وتدخل في الدورة التناسلية مظهرة سلوكا تناسليا مميزا نتيجة استجابة الأسماك وانتحائها للجاذبية Geotaxis أو للضوء Phototaxis أو للكهرباء Electrotaxis أو للالتصاق Thygmotaxis أو للتيار Rheotaxis فتستجيب بصريا وكيماويا مظهرة إشارات وسلوكا اجتماعيا بين الجنسين ينتج عنه تزامن وضع السائل المنوي مع وضع البيض ، أو يتم فيه التلقيح الداخلي (في الأسماك الغضروفية) وذلك بعد فترة استحضار أو غزل أو تجهيز عش لوضع البيض ، وفي أثناء ذلك قد يتغير شكل ولون الذكر ليصير جذابا وقد تنطلق الأصوات وتتراقص الأسماك وتتقارب وتتماس وتحتك ببعضها كمقدمات للتزاوج .

وتمتاز بعض أنواع السمك برعاية أبوية Parental care لبيضها وصغارها ، سواء في إعداد العش وحمايته ، أو في حمل البيض المخصب في الفم أو الخياشيم أو حتى على الجسم . ومن وسائل الحماية أن تضع الأسماك بيضها الناضج في أكياس قرنية ، والبعض الأخر يطلق عليه ولود Viviparous لأنها تنضج البيض وتطوره داخلها أي يتم تحضينه داخل الإناث ، وتخرج صغارها الحية بعد ذلك وذكور الأسماك الأنبوبية وحصان البحر تحمل نتاجاتها . وأسماك القرش الأزرق الصغيرة تتغذى خلال مشيمة كيس المح بينما أسماك أخرى كقرش ماكو Mako تتغذى صغارها في الرحم على البيض غير المخصب .

والأسماك العظمية تضع عد أكبر من البيض الأصغر حجما عما هو عليه في الأسماك الغضروفية . وعقب إخصاب البيض في الماء العذب يرسب أو يغوص على القاع والنباتات ، بينما بيض الأسماك العظمية البحرية يطفو على الهوائم . وعادة الأسماك البيوضة Oviparous عدد بيضها كثير وحجمه صغير وتلقيحه خارجي .

ومعظم الأسماك فيها الجنسان في فردان مختلفان ﴿ومن كل شيء خلقنا زوجين﴾ – الذاريات : ٤٩

وإن وجدت أسماك مخنثة ينتج ذات الفرد كل من السائل المنوى والبيض . والذكور تحمل زوج كروموسومات مسئولة عن الجنس XY ، بينما الإناث تحمل XX باستثناء أسماك الجامبوزيا التى تكون فيها الذكور متماثلة الكوموسومات ويشار فى هذه الأسماك للكروموسومات بالرموز W ، Z . وهناك من الأسماك ما يقوم بالإخصاب الذاتى ، وأسماك خنثى بطبيعة نوعها ، وأسماك خنثى فى بعض الأنواع كحالات غير طبيعية . والفرق بين التلقيح الذاتى والخنثى أن الأولى تنضج مبايضها وخصيها فى آن واحد بينما الخنثى بعضها يكون ناضج المبايض مبكرا ، والبعض الآخر ناضج الخصى مبكرا ، أى تعمل بعضها كذكور فى حين يكون البعض الآخر إناثا وينقلب الوضع ثانية ..

ويتم التلقيح خارجيا بوضع الذكر سائله المنوى على بيض الإناث فى الماء وذلك فى الأسماك البياضة، أما فى الأسماك الولودة فيتم فيها التلقيح داخلياً بجماع الجنسين معا فى الأسماك الغضروفية وبعض الأسماك العظمية . وسواء كان التلقيح داخليا أو خارجيا فإن الحيوان المنوى يصل إلى البويضة ويخترقها وتتحد نواتهما فيما يسمى بالتلقيح . ثم ينغلق نقير البيض المخصبة بامتصاص الماء وتبدأ الانقسامات فى الجنين وتتميز أجهزته وأعضاؤه .

والتكاثر يأخذ شكلا مما يلى :

١ – جنسى تزاوجى Bisexual فى معظم الأسماك العظمية بتلقيح الحيوانات المنوية للذكور لبيض الإناث (خارجى أو داخلى) .

٢ – ذاتـى Hermaphrodism بتلقيح داخلى لنفس الأفراد لاحتوائها أنسجة كلا النوعين من المناسل (مبايض وخصى) .

٣ – لا إخصـابى Parthenogenesis وفيه ينشط الحيوان المنوى عملية نضج البيض والتبويض وينتج إناثا فقط وبدون اتحاد أمشاج ، أى بدون تلقيح .

وقد ينقسم التكاثر بشكل آخر إلى :

١ – تكاثر بالولادة Viviparous يتصل فيه الجنين بمشيمة أولية تتصل برحم الأنثى كما فى بعض أنواع القروش .

٢ – تكاثر ولادى بيـضى Ovoviviparous وفيه تبقى البيضـة المخصبة فى الرحم دون اتصال مع جدار الأم .

٣ – تكاثر بيضى Oviparous بأن تضع الأنثى البيض الذى يخصب خارجيا وينمو خارج الأم ، وهو النظام الأكثر شيوعا بين السمك .

ويتم الإخصاب فقط فى وجود الماء ، ويفقد الحيوان المنوى حركته فى الماء بعد ٠,٥ – ٢,٠ دقيقة أى يصبح غير قادر على الإخصاب . ومعظم الأسماك فى الماء العذب من واضعى البيض الذى ينمو تحت

نظامين :

الأول : وهو الأكثر انتشارا ، بأن يوضع البيض عشوائيا على مهد للتبويض Spawning beds ثم يلقح من ذكر أو أثنين ، ويترك لينمو ويفقس بدون رعاية ، لذلك تضع هذه الإناث أعداداً كبيرة من البيض (عدة آلاف كثيرة) .

الثاني : تكون الذكور أعشاشا ممهدة للبيض ، وتقوم على رعاية البيض وصغار الفقس ، لذلك تضع الإناث فى هذه الأنواع آلافا قليلة من البيض ، إذ أن فرصة حياتها أكبر (مما فى النظام الأول) ، وقد تكون الرعاية فى هذه الطريقة جزئية وقد تكون من الأنثى كذلك .

الخصوبة : Fecundity :

تعرف بأنها عدد البيض الناضج والجاهز فى مبيض الأنثى للوضع وذلك قبل الوضع مباشرة . ويتوقف حجم القطيع لسنة ما على عدد البيض الموضوع أو عدد الأجنة ، فالخصوبة محددة للإنتاجية . والخصوبة فردية ونسبية ونوعية ، فالخصوبة الفردية individual fecundity أو المطلقة absolute تشير إلى عدد البيض للجيل لنفس السنة فى المبايض أو المفروض وضعه فى سنة . والخصوبة النسبية relative fecundity عبارة عن عدد البيض لكل وحدة وزن جسم للسمك . والخصوبة النوعية specific fecundity تعنى عدد البيض الذى تضعه الأنثى من نوع معين خلال حياتها ، والخصوبة للعشيرة Population fecundity تعنى مجموع البيض الذى تضعه إناث العشيرة فى موسم وضع معين .

وقد يوضع البيض مرة واحدة أو على دفعات حسب الأنواع . وعليه فالخصوبة تعنى عدد البيض الناتج من الأنثى فى السنة ، وللأنواع عديدة الوضع spawning فى السنة فتعنى عدد مرات وضع البيض ومتوسط عدد البيض فى كل مرة وضع . وإنتاج البيض يشير إلى وزن البيض أو المكافىء الحرارى للبيض الموضوع فى السنة . وتقاس الخصوبة عادة بعدد البيض الموضوع ، وعمليا تقاس بعدد البيض الناضج فى المبيض مباشرة قبل وضعه على فرض أن البيض الناضج الممتص أو المستبقى عدده قليل . وترتبط الخصوبة بصفات الأم من طول ووزن وعمر ، فهناك علاقة قوية بين الخصوبة والطول للسمك تمثلها العلاقة التالية :

$$F = a L^{b}$$

$$\log F = \log a + b \log L$$

حيث F الخصوبة ، L طول السمك . كما يؤثر وزن السمك (W) على خصوبته (F) بعلاقة خطية كذلك :

$$F = c W^{d}$$

$$\log F = \log c + d \log W$$

حيث a , b , c , d ثوابت .

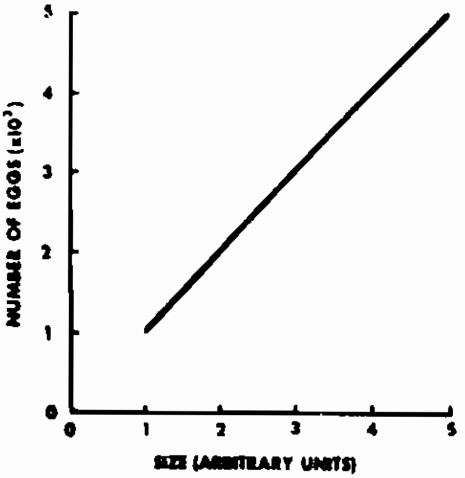
ويفضل لدقة هذا المقياس الأخير الاعتماد على وزن السمك بدون مبايض Somatic Weight حيث أن السمك زائد الخصوبة سيزن أكثر لو أخذ الوزن الكلى فى الاعتبار بدلا من الوزن الجسدى بدون مبايض .

ويؤثر عمر السمك كذلك على الخصوبة ، وإن كان فى معظم الأنواع تتأثر الخصوبة بكل من حجم وعمر السمك . ولتحديد تأثير العمر يجب استبعاد تأثير الحجم (طول ، وزن) إحصائيا . وإذا جرى ذلك يكون تأثير العمر على الخصوبة ضئيلا أو معدوماً أو عاليا معنويا حسب نوع السمك .. ففى أنواع البلطى هناك اتجاها لخفض تكرارية وضع البيض بتقدم العمر نظرا لزيادة نسبة الأنسجة الضامة فى المبيض مع خفض نسبة النسيج الجرثومى Germinal tissue . كما ينضج السمك جنسيا عند بلوغ طـول معين (وربما محتوى دهنى معين) وليس عمرا معينا .

اختلاف الخصوبة قد يعكس اختلافات حجم البيض فقد يزيد حجم البيض بنقص الخصوبة لكن ذلك يتوقف على نوع السمك وموسم التكاثر . وينسب حجم البيض لكل جرام وزن جسم سمك . الاختلافات داخل النوع فى عدد البيض لكل جرام وزن جسم ترجع أساسا إلى حجم البيض . وفى بعض الأنواع توجد علاقة ارتباط موجب بين حجم البيض وحجم السمك . وتظهر الخصوبة اختلافات فردية وسنوية وجغرافية . فقد تنتج الإناث المتماثلة فى الحجم إنتاجية بيض متباينة وقد يرجع ذلك للعمر ولحجم البيض ويرجع أساسا للتأثيرات الوراثية والبيئية على الخصوبة . والاختلافات داخل السنة (الموسمية) فى العشيرة ترجع أساسا للبيئة أكثر من رجوعها للتغييرات الوراثية . وقد سجلت اختلافات معنوية داخل العشيرة للإناث المتماثلة الحجم .

وسجلت خصوبة أسماك القرموط بحوالى ٨٩٦ - ٤١٦٨ بيضة بمتوسط قدره ٢٠٨٤ بيضة / أنثى . وفى أحد أنواع العائلة البورية Liza subviridis بلغت ٤٠ - ١٤٥ ألف بيضة . وفى أحد القوابع Cuckoo ray بلغت الخصوبة ٩٠ بيضة فى السنة . ويرتبط حجم البيض بالنمو بعلاقة لوغاريتمية كما قدر يرتبط مباشرة بمستوى التغذية ، كما أن زيادة كثافة السمك تحد من تطور البيض بغض النظر عن ارتباطه بالتغذية أو عمر السمك ، كما أن عرض مبايض الإناث فى أول موسم تناسل من عشيرة منخفضة الكثافة (معدل التخزين) كان أعرض معنويا عنه فى حالة زيادة كثافة العشيرة ، ونفس الشىء بالنسبة لأبعاد المبيض الأخرى من طول وارتفاع ، فقد تأثرت بكثافة السمك فى المياه . وعموما فهناك ارتباط معنوى بين حجم المناسل ووزن المبايض وكذلك بين وزن المبايض ووزن الجسم الكلى . ولم يختلف معنويا الفرق بين الإناث فى أول تناسل وتلك فى ثانى تناسل لها بالنسبة لخصوبة أو حجم البيضة عند ثبات كثافة تخزين السمك فى الماء ، لكن خصوبة الإناث زادت فى أول وثانى تناسل لها عند انخفاض كثافة التخزين عنه عند ارتفاع معدل التخزين .

وقد تظهر بعض الأسماك نوعا من العقم أو عدم تمام الخصوبة infertility ولو لفترة ، فقد أظهرت دراسة مبايض المبروك الناضج جنسيا نوع من الامتصاص البطىء أدى إلى عقم تام لثلاثة مواسم وضع بيض على الأقل .



علاقة عدد البيض (الخصوبة) بحجم السمك (نظريا)

والعوامل المحددة للخصوبة يمكن إيجازها فيما يلى :

١ - الغذاء :

أهم عامل بيئى يحدد الخصوبة ، وعليه تزيد الخصوبة بزيادة حجم السمك أى بحسن تغذية السمك فتنمو لحجم أكبر لتكون أكبر إنتاجية تناسلية عن الأسماك فقيرة التغذية . فوفرة الغذاء ترتبط بزيادة الخصوبة والطاقة / جرام مادة جافة من البيض لكن ليس بوزن البيض والطاقة / بيضة أو وزن الجنين . وانخفاض الخصوبة ربما يرتبط بنقص العلف كمية أو نوعا . كثافة الإناث العالية تؤدى إلى نقص الوزن الكلى للبيض وخفض الخصوبة لكن البيض أكبر حجما (عنه فى حالة الكثافة المنخفضة للإناث) وذلك لعدم وفرة الغذاء للارتباط السلب بين الكثافة للقطيع ووفرة الغذاء .

وفى حالة نقص طاقة الغذاء يحدث نوع من الإتزان بين النمو الجسمى والجنسى . ولم يكن لمستوى العليقة تأثير على حجم المبيض ، وربما يعمل الكبد كمنظم بين المبيض والجسم ، لذلك تظل المبايض تنمو حتى مع انخفاض الطاقة المستهلكة لبعض أنواع السمك ، إذ تستمد طاقة نمو المبيض من مخزون الجسم لانخفاض استهلاك الغذاء شتاء . لكن ارتفاع معدل استهلاك الغذاء قبل موسم التناسل يؤدى إلى أن تبدأ الأنثى تناسلها فى حجم كبير ، وبالتالى تزداد خصوبتها فى كل مرة وضع بيض ، ثم يؤثر الغذاء فى اثناء موسم التناسل عل كل من عدد البيض / وضع ، وكذلك على عدد مرات الوضع ووزن البيض (الجاف) .

٢ - درجة الحرارة :

تؤثر على معدل نضج المبايض لكنها قد لا تؤثر على الإنتاجية التناسلية أو الخصوبة رغم أنه فى بعض الأنواع توجد علاقة ارتباط سلبى ما بين درجة حرارة الماء والخصوبة . وانخفاض درجة الحرارة فى

أثناء وضع البيض قد يودى إلى نقص عدد البيض الموضوع . فالحرارة يختلف تأثيرها باختلاف أطوار دورة المبيض . ولما كان معدل استهلاك الغذاء مرتبطا بدرجة الحرارة فإن انخفاض درجة الحررة ربما يخفض من الخصوبة لنقص استهلاك الغذاء .

٣ - الضوء :

يتحكم فى نضج المبايض إلا إنه قد لا يؤثر على خصوبة المشائر الطبيعية ، إلا أنه تحت الظروف التجريبية فالتحكم فى فترة الإضاءة يمكنها قصر أو إطالة موسم التناسل .

٤ - عوامل أخرى :

كالإصابة بالطفيليات والملوثات البيئية والتى تخفض بعضها من الخصوبة وتثبط نضج المبايض . وأسلوب التكاثر ذاته ، فأسماك الحفش تصل نسبة حيوية أفرادها حتى دور البلوغ أقل من ٠,٠١ ٪ ، فالأسماك غير الحارسة لبيضها تجعله يتعرض للتيارات المائية والتقلبات المختلفة فيهلك معظمه ومحصلة ذلك انخفاض الخصوبة للنوع . وتزيد الخصوبة الفردية بزيادة حجم السمك . وتقل الخصوبة فى الأنواع التى تتغذى على بيضها .

مجهود التناسل : Reproductive Effort :

يعبر عنه بمحتوى طاقة البيض بالنسبة محتوى طاقة العلف المستهلك فى الفترة بين مرتين وضع بيض، وذلك كنسبة مئوية ، وقد يطلق عليها كذلك الكفاءة الكلية لإنتاج البيض . وطاقة البيض فى المتوسط ٢٣,٤٨ كيلو جول / جم بيض مادة جافة . وهناك ارتباط موجب بين مجهود التناسل وعدد البيض لكل وضع . وهناك علاقة عكسية بين معدل النمو ومجهود التناسل ، علما بأن معدل النمو يرتبط إيجابيا مع العليقة وسلبيا مع وزن الجسم .

ويتطلب نسيج الخصى طاقة أكبر لإنتاجه عما تتطلبه أنسجة المبيض فى بعض الأنواع والعكس صحيح فى أنواع أخرى .

وتوجد علاقة بين معدل بناء البروتين فى خلايا الكبد والحالة التناسلية ، إذ كانت أعلى فى الأناث الناضجة فى موسم التناسل بمعدل ٥٠ ٪ عنه فى الإناث غير الناضجة والذكور ، مما يؤدى لفروق فى الاستفادة من الطاقة الميتابوليزمية . وتوجد اختلافات موسمية فى معدلات الميتابوليزم (لا تعتمد على درجة الحرارة) فى عديد من الأنواع السمكية مع أعلى معدل ميتابوليزم على مدار العام يلاحظ فى أثناء فترة التناسل ، نظرا لتكوين السبرمات والبويضات .

وبتقدم العمر يزيد حجم السمك ، وتختلف نسبة الأحماض الأمينية فى الأنسجة المختلفة ، فأثناء نضج المناسل تنخفض نسبة البرولين والجليسين المكونين بنسبة كبيرة للكولاجين فى الأنسجة الضامة وذلك لزيادة حجم الخلايا الجرثومية فتنخفض نسبة النسيج الضام فى المناسل . والليسين والهستيدين والأرجنين تزيد

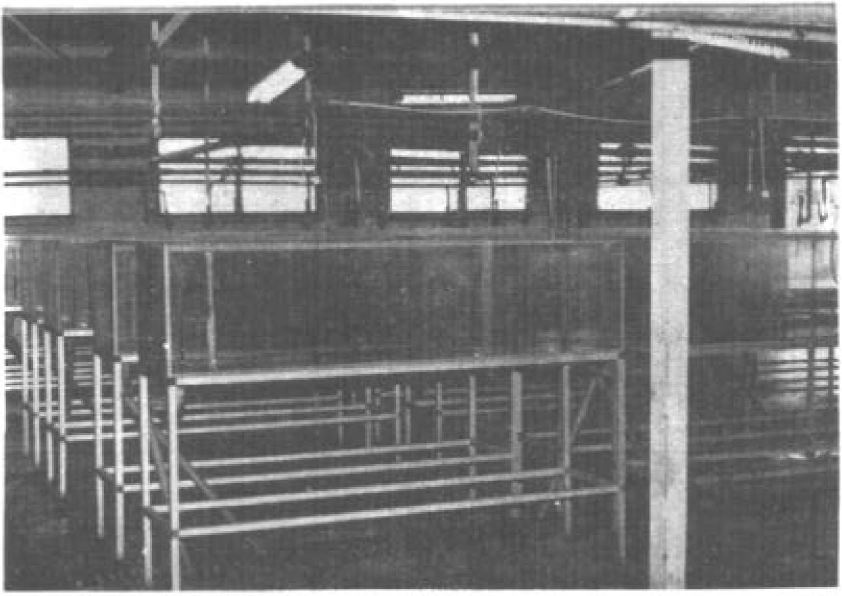
فى التركيز فى الخصى ، بينما يزيد الليسين والإيزوليسين فى كلا الجنسين .

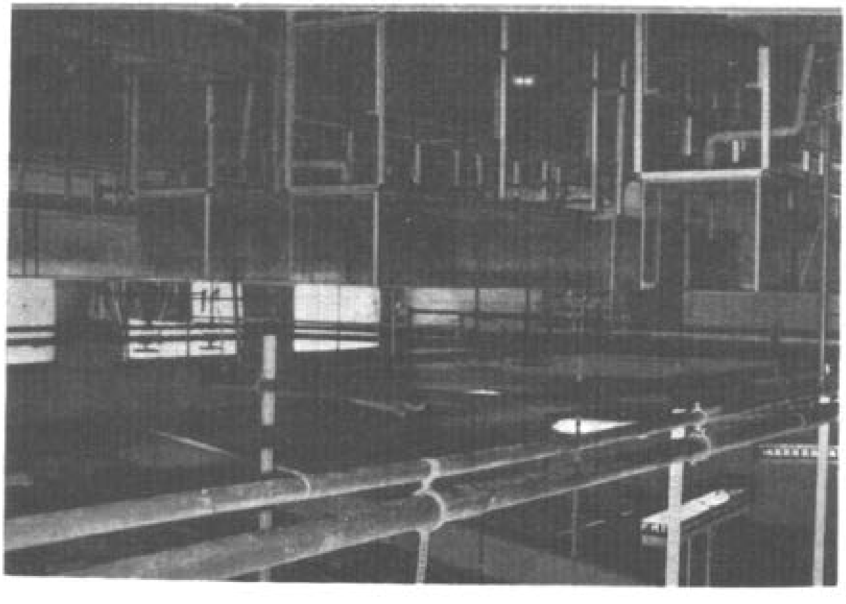
يقل محتوى الدهون فى المبيض فى مرحلة اكتمال التبويض ، بينما تظهر الأنسجة الأخرى زيادة معنوية فى المحتوى الدهنى ، ومرة أخرى يزيد المبيض فى محتواه الدهنى زيادة معنوية فى مرحلة عدم النضج عقب مرحلة اكتمال التبويض بينما يظهر النسيج الدهنى نقصا معنويا . وبزيادة حجم البيض (لزيادة حجم السمك) يزداد محتواه من الدهون ، بينما بيض السمك الأصفر طولا وحجما يكون أقل وزنا واحتواء على المادة الجافة والدهون والأزوت .

وينخفض محتوى الزنك فى بيض السمك منخفض نسبة الفقس . وهناك تداخلات ما بين حمض الأسكوربيك والمعادن النادرة فى أثناء دورة التناسل فى السمك بما يؤثر على حيوية البيض . فيرتبط تركيز حمض الأسكوربيك فى المبايض بدورة التناسل فيزيد خلال النمو المبكر للمبيض وتكوين بروتين البيض Vitellogenin (من الكبد) يليه انخفاض فى نهاية المراحل قبل التبويض . فيبلغ تركيز الفيتامين فى بيض المبروك ما بين ٩٢ و ٢٠٢ ميكروجرام / جم وزن رطب وفى البكلا (القد) ٨٠ - ٥٣٠ ميكروجرام / جم مما قد يجعل له دورا فى تخليق وتنظيم هرمونات الجنس والنضج الجنسى لإناث الأسماك . وتركيز الفيتامين فى الخصى أقل مما هو فى المبيض ، فهو فى خصى المبروك ٦٢ ميكروجرام / جم وفى خصى البكلا ٥ - ١٠ ميكروجرام / جم . والبيض جيد الفقس يحتوى حمض اسكوربيك بتركيز أعلى من البيض فقير الفقس ، وهذا راجع لتغذية الأمهات ، مما يشير إلى تأثير الفيتامين على انقسام جنين السمك . وقد وجد ارتباط شديد بين تركيز حمض الأسكوربيك وتركيزات الحديد والزنك فى المبيض خلال تطور المبيض مما يؤدى للاعتقاد فى قيام الحديد والزنك بدور وظيفى بيولوجى فى المبيض للسمك مرتبطا بحمض الأسكوربيك . وبالتبويض ينخفض محتوى المبيض من حمض الأسكوربيك .

التكاثر الطبيعى Natural Reproduction :

فى المياه المفتوحة يتم التكاثر بين الأسماك طبيعيا دون سيطرة وتدخل الإنسان ، بينما فى الاستزراع السمكى قد يكون أيضا غير مسيطر عليه Uncontrolled ، وكل ما يجرى هو نقل الزريعة من مصادرها الطبيعية إلى المزارع (كما فى العائلة البورية) ، أو أن يتم عمل أحواض خاصة للتفريخ الطبيعى ثم تجمع منها اليرقات (إذا كانت كثافة تخزين الحوض عالية) أو تستمر لرعايتها فى ذات الحوض (كما فى حالة المبروك العادى) . أو أن يكون التكاثر طبيعيا ومتحكما فيه Controlled natural breeding ، أى نصف صناعى Semi - artificial كما فى البلطى الذى يترك فى أحواض ليبيض ويخصب البيض ، وقبل أن تخرج الأمهات الزريعة من فمها مباشرة قد تنقل إلى أحواض أخرى لجمع الزريعة بها ، وغالبا فى أحواض وضع البيض توضع الأمهات المنتخبة البالغة وبعدد يتناسب مع الذكور ، فقد توضع ٣ أمهات لكل ذكر فى الحوض (جيد صفات الماء واللازمة للتناسل) وعادة تكون أحواض وضع البيض صغيرة المساحة (٢٥ - ٣٠°م) أو زجاجية ، وأحواض الفقس Hatching تكون عادة أكبر من أحواض وضع البيض (٢٠ ضعف المساحة) ومياهها جيدة التغذية .





أحواض زجاجية للتفريخ نصف الصناعي (طبيعي تحت السيطرة) في البلطي

التكاثر الصناعي Artificial Reproduction :

كان استخدام التلقيح الصناعي أول ما استخدم في الأسماك وذلك في القرن الخامس عشر ، وقد أمكن حفظ السائل المنوى لأسماك البليس والسالمون مدة حوالى عام على درجة حرارة – ١٩٦°م دون فقد نشاطه الإخصابي . وقد تم تجريب ونجاح إجراء التكاثر الصناعي في بعض أنواع السمك ويجرى على مستوى تجارى في المبروك والسالمون وغيرها . والتكاثر الصناعي يعطى فرصة لبقاء الأنواع التي لا تتكاثر في الأسر أو بعيدا عن مواطنها الأصلية ، كما يساعد في إنتاج الأنواع المحسنة ، وفي مواجهة احتياجات الاستزراع السمكي وإثراء الأجسام المائية الطبيعية . ويتوقف التكاثر الصناعي على عدة خطوات هي :

١ – اختيار الآباء الناضجة .

٢ – الحقن بخلاصة الغدة النخامية .

٣ – جمع السائل المنوى والبيض .

٤ – إخصاب البيض .

٥ – تحضين البيض المخصب .

٦ – رعاية اليرقات .

فتختار الأسماك الناضجة كبيرة الحجم المتمتعة بصحة جيدة والتي قد تظهر عليها علامات الاستعداد لوضع البيض ، مثل استدارة البطن وطراوتها واحتقان الفتحة التناسلية واحمرارها مع عدم استواء حافتها، وقد تحتقن كذلك فتحة الشرج وقد تتلون البطن باللون الأحمر في بعض الأسماك النهرية ، وقد تظهر بعض الأسماك لونا خاصا بالتزاوج قبل التبويض . كما تظهر الذكور تساقط قطرات بسيطة من السائل المنوى بالضغط الخفيف على بطونها وقد تخشن المنطقة الظهرية من الزعنفة الصدرية ، وقد تطلق بعضها صوتا عند إخراجها من الماء .

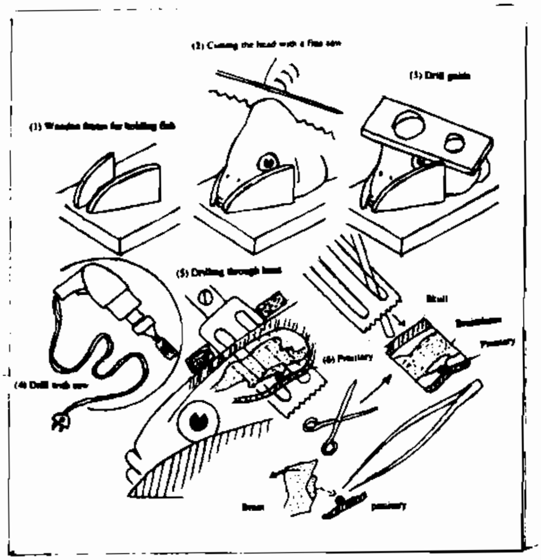
وقد لا تظهر الأسماك هذه الأعراض إلا بالتنبيه الهرموني ، لذا تحقن الأسماك (ذكورا وإناثا) بجرعة أو جرعتين من خلاصة النخامية ، وعادة يحقن السمك بجرعة مجزأة ٥٠ ٪ ، ٥٠ ٪ أو ٤٠ ٪ ، ٦٠٪ من الجرعة الكلية وبينهما ٦ – ٨ ساعات ، وقد تجزأ الحقنة إلى ٣ جرعات ١٠ ، ٣٠ ، ٦٠ ٪ أو ٢٠ ، ٣٠ ، ٥٠ ٪ من الجرعة الكلية بين كل منها ٦ ساعات . وقد طورت الهند والمجروأمريكا هذا الأسلوب وأنشئت بنكا للنخامية يطلب منه المستخلص في أي وقت . وتتوقف جرعة النخامية على حجم السمك كما تبينها العلاقة الثابتة التالية للمبروك :

القطر الأقصي للسمك سم	٣٨	٤٠	٤٢	٤٤	٤٦	٤٨	٥٠	٥٢	٥٤	٥٦	٥٨	٦٠
جرعة النخامية الجافة مجم / كجم وزن جسم	٣.٠	٣.٢	٣.٥	٣.٥	٤.٠	٤.٢	٤.٥	٤.٨	٥.٠	٥.٢	٥.٥	٥.٨

ويتم الحصول عادة على الغدد النخامية من أسماك ناضجة حية يفضل أن تكون من نفس نوع السمك المراد تناسله صناعيا ، ثم يتم تجنيس الغدة أو طحنها ، ثم استخلاصها بمحلول ملحى (٠٫٦-٠٫٧٪ ملح طعام) لمدة نصف ساعة لإذابة الهرمون ، ثم يتم التخلص من فضلات النسيج الغدى بالطرد المركزى أو بالترسيب . وقد تجفف الغدد وتحفظ فى الاسيتون فى مجفف فى أنابيب مغلقة وقد تحفظ الغدد فى كحول مطلق على حرارة الغرفة أو فى ثلاجة ، كما يمكن حفظها بالتجميد . وعادة يتم الحقن بغدة / كجم وزن جسم بالحقن العضلى أسفل أول شعاع فى الزعنفة الظهرية بينها وبين الخط الجانبى وبعمق ٢ - ٣ سم باتجاه الجهة العليا من الجسم ، والذكور عادة تحقن جرعة واحدة فى توقيت الجرعة الأخيرة للإناث .

وقد يستعاض بتهيئة الظروف البيئية المحيطة عن المعاملة الهرمونية للتنبيه للتبويض ، مثل تهيئة العش لوضع البيض أو سطح صناعى لوضع البيض أو أماكن للإخفاء عند وضع البيض ، أو تهيئة الظروف البيئية الأخرى من درجة حرارة وأوكسجين ذائب ومستوى المياه وتوفير الجنس الآخر والتخلص من المفترسات .

وقبل التنبيه الهرمونى قد تخاط الفتحة التناسلية الأنثوية لمنع نزول البيض . وبعد التنبيه الهرمونى للإناث والذكور تخدر الإناث (بعد صيدها بشبكة مفتوحة الطرفين أو ملقف) بوضع قطنة مبللة بالمخـــدر



خطوات استخلاص الغدة النخامية من الأسماك

١ - عمل حاجز خشبى لزنق السمك .

٢ - قطع القحف (الرأس) بمنشار دقيق .

٣ - وضع مرشد خشبى للمثقاب .

٤ - مثقاب منشار .

٥ - ثقب خلال عظام الرأس .

٦ - تخليص النخامية من أسفل أنسجة المخ .

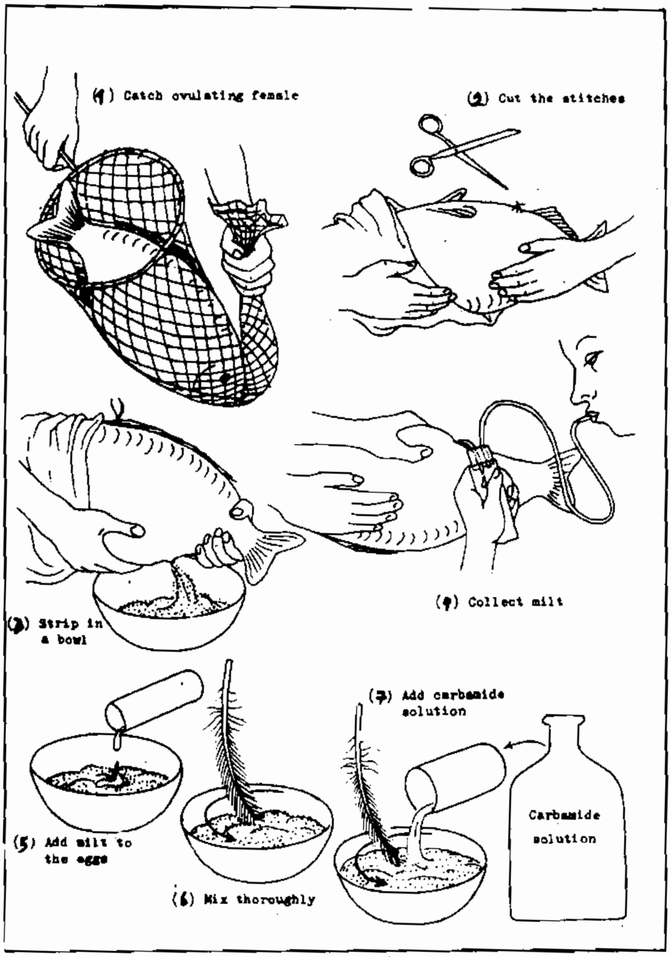
MS-222 فى الفم ، ثم تدلك البطن فى إناء ، سواء والأنثى موضوعة على منضدة أو ممسكة باليد وذلك بعد فك غرز الخياطة فى الفتحة التناسلية . كما يسحب السائل المنوى من الفتحة التناسلية للذكر (بخرطوم رفيع يصل إلى زجاجة مسدودة ويخرج منها الطرف الآخر للخرطوم لسحبه بالفم) أو بالتدليك لإنزاله على نفس آنية جمع البيض . ثم يقلب بريشة ويضاف إليه محلول كارباميد ويقلب ٣ – ٥ دقائق ويضاف مزيد من محلول الإخصاب (كارباميد) ويقلب باليد ، ثم يغير محلول الكارباميد عدة مرات ثم يوضع البيض فى محلول تانين (لترسيب البروتين لإزالة أغلفة البيض) . ويقلب باليد ٣ – ٥ ثوان ، ويغسل ٣ – ٤ مرات بالماء وينقل إلى الحضان الذى تختلف درجة حرارته (٨–٣٠°م) ومدة التحضين فيه (١٤ ساعة إلى ١٢ يوما) وتختلف اليوم – درجة فيه (من ١٦ إلى ١١٠) حسب نوع السمك . وبعد التحضين اللازم يفقس البيض فتخرج اليرقات . وقد يغسل البيض المخصب فى معلق طمى لإزالة المادة اللاصقة كما فى بيض الحفش .

والسائل المنوى بدون تخفيف قد يحفظ على حرارة الغرفة يوم بخصوبة ٧٤ ٪ ، وعلى ١°م مدة ٤ أيام بخصوبة ٦٨ – ٨٥ ٪ ، بينما على ١١°م يومين انخفضت خصوبته إلى ١١ – ٣٦ ٪ وانخفضت إلى صفر بتخزين على ١٦°م لمدة يومين ، بينما حفظه على صفر°م لمدة ٨ أيام أعطى خصوبة ٩١ ٪ وذلك بدون تخفيف ، وبالمخففات المختلفة تم حفظ الحيوانات المنوية للسالمونات لمدد حتى عام . ومتوسط تركيب بلازما السائل المنوى للسالمونات بالمجم / ١٠٠ مل كانت كالتالى :

صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كالسيوم	كلور	فركتوز	بروتين	pH
٢٨٣ – ١٤٠	٢٦٥ – ٧٨	٨,٨٠ – ٠,٠٥	٥٠ – ١	٥٥٢ – ٢٦٠	٧,٨ – ٥,١	١٢,٥ – ٠,٨	٨,٣ – ٧,٣

ويضاف السائل المنوى بنسبة ٥ – ١٠ ٪ من حجم البيض . وقد يتكون محلول الإخصاب من ٣٠ جم يوريا مع ٤٠ جم ملح طعام فى ١٠ لتر ماء ، ويستخدم بمعدل ٢ : ١ بالنسبة لحجم البيض الملقح . ومحلول التانين تركيزه ١٥ جم / ١٠ لتر ماء . وكثافة البيض المخصب فى الحضان (الذى يتكون من أوانى زوج Zoug Jars سواء زجاج أو بلاستيك أو غيره) متباينة وهى للمبروك ١٢٠ ألف بيضة / لتر . وعادة يتم جمع البيض والسائل المنوى بعد حوالى ١٨ ساعة من آخر تنبيه هرمونى فى المبروك الموضوع فى أحواض ماء ساكن على ١٧ – ٢٠ °م .

وعقب وضع البيض فى الحضانات يخفض معدل تدفق الماء بما لا يزيد عن ١ – ٢ لتر / دقيقة ويزداد تدريجيا . ويتم التحضين عى ٢٠ – ٢٤°م فيفقس البيض فى ظرف ٤ – ٥ أيام للمبروك . وعند الفقس يكون فى أوانى مبطنة بقماش ناعم كالبرلون



التكاثر الصناعى فى المبروك العادى

١ – صيد الإناث البيوضة . ٢ – فتح غرز الخياطة التي سبق عملها فى الفتحة التناسية

٣ – دلك البطن للحصول على البيض ٤ – جمع السائل المنوى .

٥ – إضافة المنى إلى البيض . ٦ – الخلط بريشة .

٧ – إضافة محلول الكارباميد .

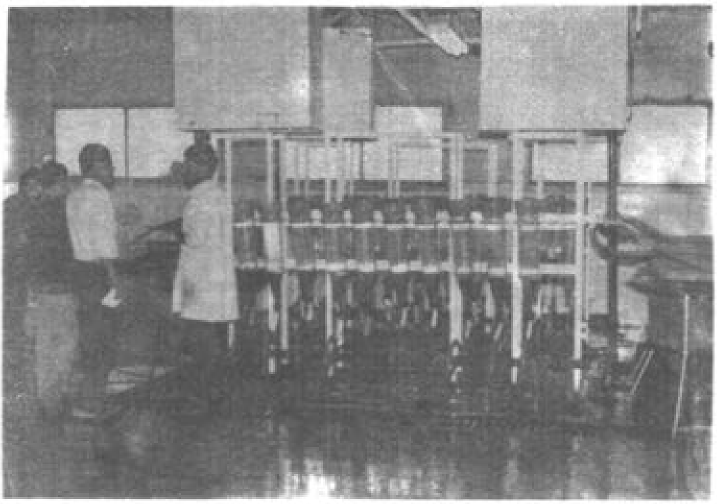
تبويض صناعى لأنثى سمك المبروك

عملية غسيل البيض المخصب

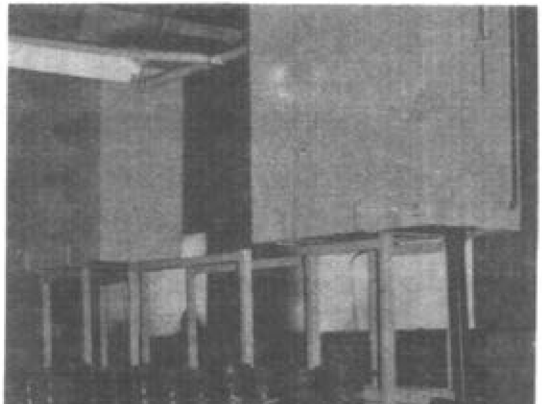
لإزالة قشور البيض

ليسمح برقاد البيض في أول الفقس حتي يمتص كيس الصفار فى مدة ٢ ـ ٤ أيام من الفقس – والفرق بين اليرقات Larvae والزريعة frys هو أن الأولى تتغذى ذاتيا على بقايا كيس المح ولا تسبح بطريقة السمك بل رأسيا، وتتحول اليرقة إلى زريعة عندما تبدأ فى ملء مثانتها بالهواء وتعوم أفقيا بطريقة السمك وتأكل الغذاء الخارجي ، سواء الكائنات المجهرية (النباتية و / أو الحيوانية) الطبيعية الموجودة فى نفس الأحواض أو النامية فى أحواض خاصة وتنقل لتغذية الزريعة فى أحواض رعايتها، أو يتم تغذيتها صناعياً على صفار البيض المسلوق أو بيض الجمبرى (ارتيميا) والقشريات الدقيقة كأفضل أغذية لزريعة الأسماك.

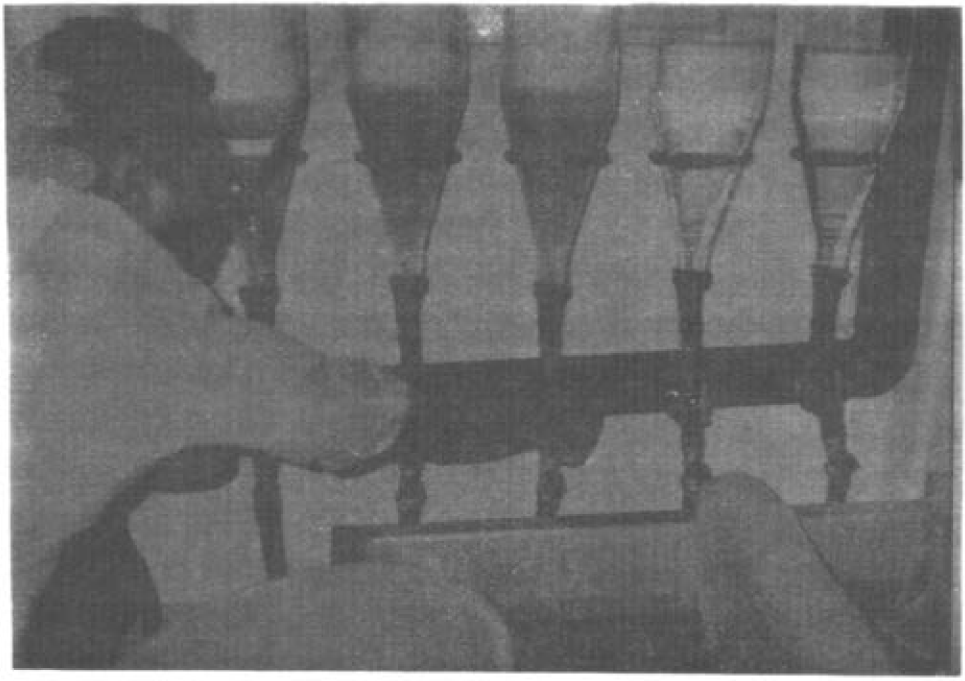
مفرخ متنقل – يوضح حوض إيواء الآباء وأواني تحضين البيض المخصب وأواني ضبط حرارة المياه



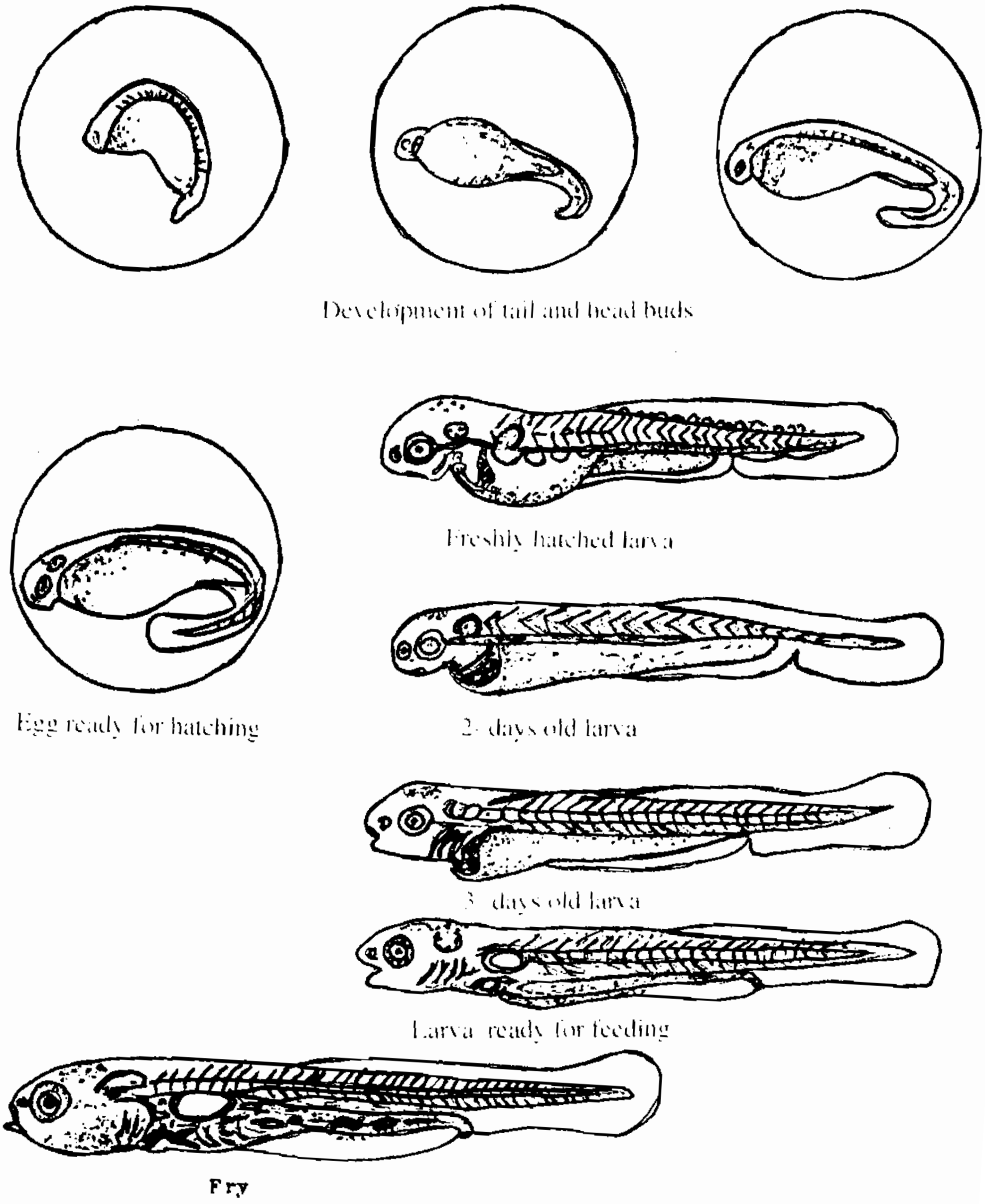
مفرخ ثابت



مفرخ سمكي



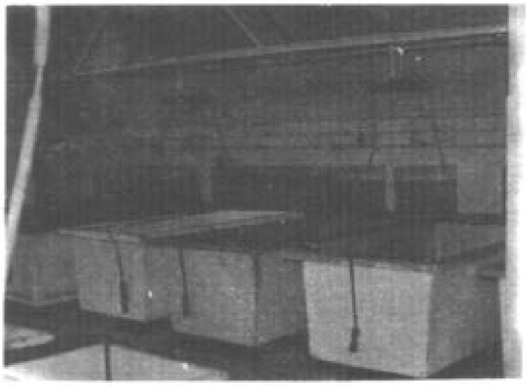
إناء زوج لتحضين بيض السمك ، لاحظ دفع الماء من أسفل لأعلى



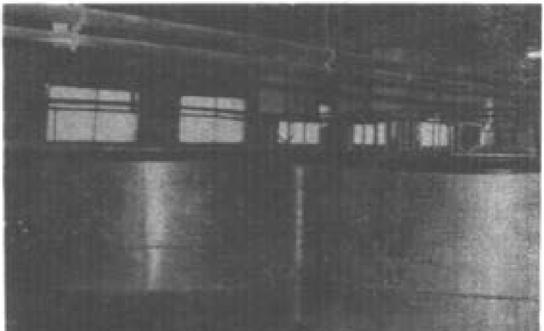
تطور الجنين واليرقة للأسماك

بداية من تطور الذيل والرأس فالاستعداد للفقس فيعطي البيض يرقات حديثة الفقس وتتطور حتى تصير قابلة للتغذية لتتحول إلى زريعة .

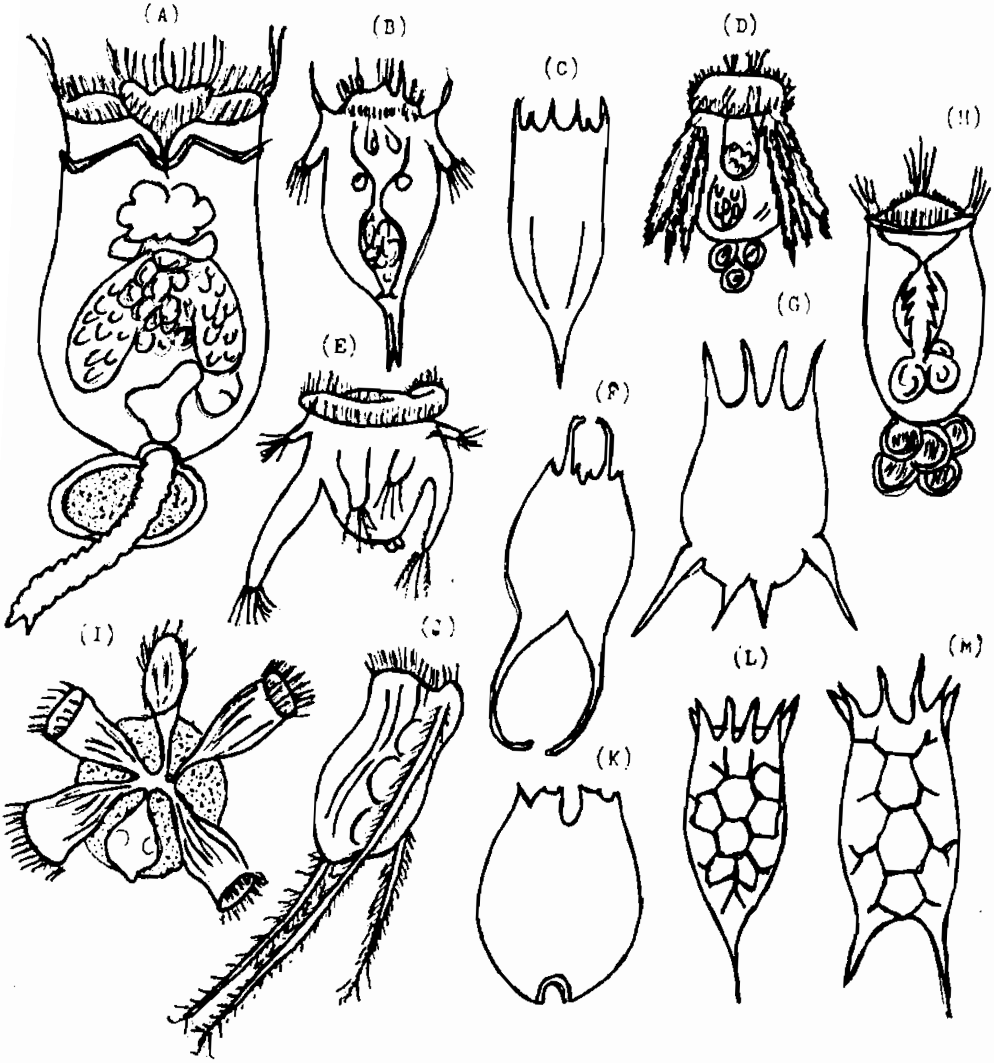
صناديق عد الزريعة



أحواض سمكية زجاجية وفيبرجلاس



أحواض معدنية لرعاية الزريعة

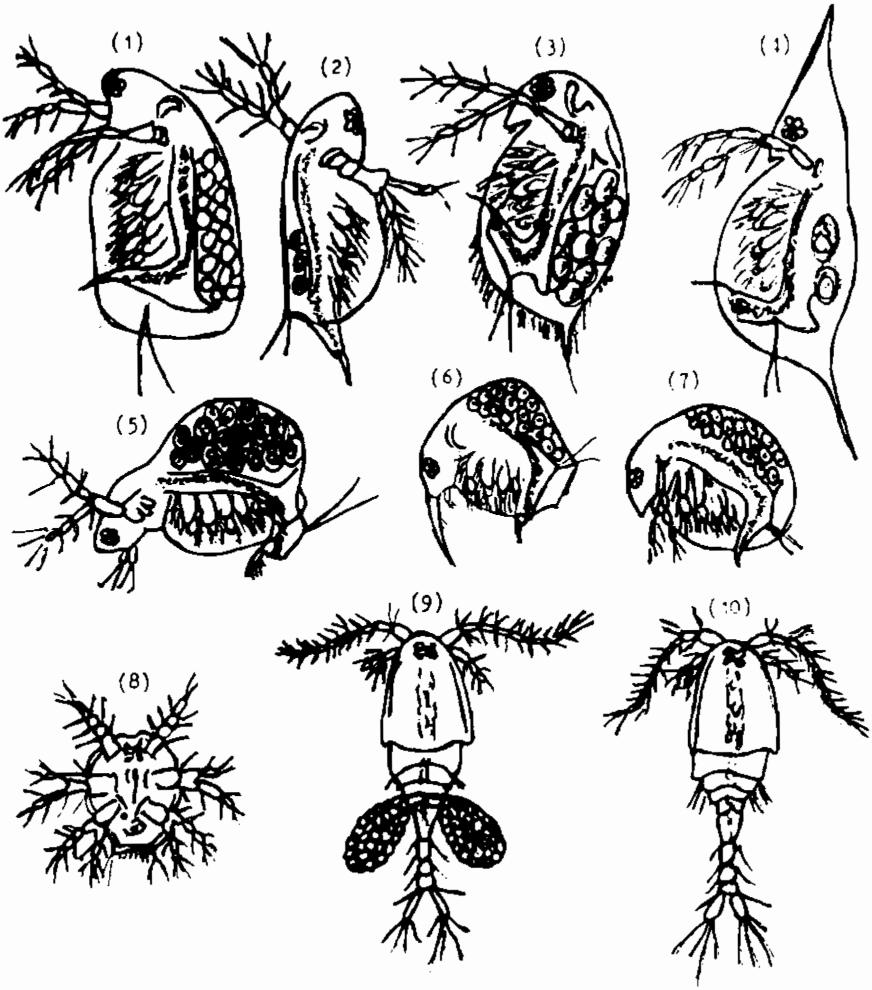


(A) Brachionus calyciflorus; (B) synchaeta sp.; (C) Notholca sp.;
(D) polyarthra platyptera; (E) Hexarthra mira; (F) Brachionus falcatus;
(G) Brachionus calyciflorus (shell only); (H) Asplanchna sp. ;
(I) concchilus sp. (colony); (J) Filina sp. ; (K) Brachionus angularis (shell) ;
(L) Keratella cochlearis; (M) Keratella quadrata

اشهر أنواع الروتيفيرات ، أهم غذاء طبيعي للزريعة.

1-7 Cladocerans

8-10 Copepods



(1) sida sp. : (2) Diaphanosoma sp. : (3-4) Daphnia sp. :
(5) Moina sp. : (6) Bosmina sp. : (7) chidorus sp.:
(8) cyclops larva (nauplius); (9) Cyclops sp. with eggs :
(10) Cyclops sp. without eggs.

أشهر القشريات الدقيقة المجهرية

١ ـ ٧ : كلادوسيرانات ، ٨ ـ ١٠ : كوبيبودات

الفصل السادس
الجهاز الدورى والغدد الصماء

أولاً : الجهاز الدورى Circulation System

نظراً لمعيشة الأسماك فى الماء فيتحور جهازها الدورى لمواءمة هذه البيئة، كما تواءمت أجهزتها الأخرى من تنفسية وإخراجية وهضمية، وغيرها من أجهزة وأعضاء وشكل جسم الأسماك.

ويتكون الجهاز الدوري من القلب والأوعية الدموية، ويختلف شكل وتركيب القلب باختلاف الأسماك، فهو فى الأسماك العظمية مكون من ٣ حجرات هي جيب وريدى وأذين وكلاهما رقيق الجدارن ثم بطين مثلث الشكل سميك الجدران أسفل الأذين، بينما فى الأسماك الغضروفية يأخذ شكل حرف S ومكون من ٤ حجرات (جيب وريدى ، أذين ، بطين ، مخروط شريانى). ويقوم القلب بضخ سائل الدم أو اللمف الدموى فى حركة دائرية حاملا معه الأوكسجين (الوارد إلى الخياشيم) إلى كافة خلايا الجسم فى دورة انقباض Contract phase (Systole) ودورة انبساط Relaxation or filling phase (diastole) للتبادل الغازى لطرد ثانى أوكسيد الكربون (الوارد من خلايا الجسم) وحمل الأوكسجين فى الخياشيم وأوعيتها الدموية (أو الرئة فى الأسماك الرئوية). والدم الوريدى فقير بالأوكسجين يتجه من الجسم إلى الخياشيم (أو الرئة) مباشرة ومنها ينساب ثانية إلى الجسم فى الدم الشريانى.

وتختلف الأسماك كثيرا فى عدد ضربات القلب (كما يوضحها الجدول التالى لعدد ضربات القلب فى وقت الراحة) عن الحيوانات الأخرى :

الحيوان	عدد ضربات القلب
ثعبان السمك	٤٦ – ٦٨ (على درجة حرارة ١٣ – ١٦°م)
عصافير الكناريا	٨٠٠ – ١٠٠٠
الفئران	٥٥٠ – ٦٥٠
الجرذان	٣٥٠ – ٤٥٠
الرومى	٩٣
الفيل	٢٥ – ٣٠

ويختلف كذلك **حجم الدم** فى الأسماك فهو أقل عما للحيوانات الأخرى ، فهو للأسماك العظيمة حوالى ٢ ـ ٤ مل / ١٠٠ جم، وفي الأسماك الغضروفية حوالى ٦ ـ ٨ مل / ١٠٠ جم. ويتوقف حجم الدم الخارج من القلب على عمل الجسم، خاصة وأن قلب السمك واقع تحت تأثير الجهاز العصبي الباراسمبثاوى (الطرفى) بينما فى الحيوانات الأخرى يتصل القلب بالجهاز العصبى السمبثاوى (المركزى).

ويختلف **التركيز الأسموزى لدم السمك** طبقا للظروف البيئية المحيطة بالسمك ودرجة أقلمة السمك على هذه الظروف. وفى المتوسط يبلغ التركيز الأسموزى لدم الأسماك العظيمة أقل من ٢٠٠ ملى أوزمول فى المياه العذبة وأكثر من ٤٠٠ ملى أوزمول للأسماك البحرية. وعليه تبلغ درجة تجمد دم السمك ـ ٠,٦ °م للأسماك العظمية للماء العذب وحوالى – ٠,٧٥ °م للأسماك البحرية . وقد تبلغ درجة حرارة المياه القطبية الشمالية – ١,٦ °م وفى المياه القطبية الجنوبية -١,٨٦ °م ، لذا تتحصن الأسماك برفع تركيزها الأسموزى (لعدم تجمدها) بواسطة محتوى الدم من الجليكوبروتينات. **ويبلغ ضغط الدم** فى سمك الثعبان ٣٥ ـ ٤٠ فى الأورطى، وينخفض ضغط الدم بمعدل الثلث عند الخياشم، كما ينخفض بشدة فى الأوعية الضيقة.

تركيب الدم : يحمل الدم كثيرا من المركبات العضوية وغير العضوية من بروتينات ودهون ومعادن وفيتامينات وهرمونات، كما يحمل أجساما (كرات الدم الحمراء والبيضاء) والصفائح الدموية بجانب البلازما، ومصدر لون كرات الدم الحمراء يرجع لاحتوائها على **الهيموجلوبين** بما يحتوى من صبغة الهيم Heme المحتوية على الحديد. ويقوم الهيموجلوبين بنقل الأوكسجين إلى خلايا الجسم لقيامها بالأكسدة الخلوية ونقل ثانى أوكسيد الكربون الناتج من الميتابوليزم الخلوى. وقد تحتوى الأسماك أكثر من نوع من الهيموجلوبين وقد تغيب الهيموجلوبينات من دماء بعض الأسماك في القطب الجنوبى، كما تتباين الأسماك فى شكل وحجم كرات الدم الحمراء، وعليه تختلف النسبة الحجمية لجسيمات الدم hematocrit والتي تربط إيجابيا بمحتوى الدم من كرات الدم الحمراء وبالهيموجلوبين . وهيموجلوبين السمك ذو مقدرة عالية على امتصاص الأوكسجين لمواجه نقص ذائبية الأوكسجين فى الدم رغم انخفاض هيماتوكريت السمك لأقل من ٢٥ ٪ فى الأسماك الغضروفية وبين ٢٠ – ٣٠ ٪ فى الأسماك العظمية وإن بلغت فى بعض الأنواع البحرية حوالى ٤٢ ٪ وانخفاض تركيز الهيموجلوبين فى الأسماك إلى ٧ – ١٠ جم / ١٠٠ مل عادة. والأسماك العظمية فى المتوسط لها عدد كرات دم حمراء تبلغ ١ – ٣ × ١٠^{٦} / مم^{٣} وإن بلغت أحيانا فى بعض الأنواع البحرية إلى ٤ – ٦ × ١٠^{٦} / مم^{٣} . وكرات الدم البيضاء فى المتوسط أقل من ١٥٠ ألف / مم^{٣} وإن تباينت كثيرا حتى داخل النوع الواحد ، وأكثرها وجوداً فى القراميط هى الثرمبوسيت ، وليمفوسيت ، والنيتروفيل ، وإن تواجدت المونوسيت فى دماء البليس.

وفيما يلى بعض قيم مكونات دم أسماك التراوت :

المكونات	الوحدة	التركيز
النسبة الحجمية لجسيمات الدم.	٪	٤٢,٨ ± ٠,٩
الهيموجلوبين	جم / لتر	٧٩,٥ ± ٢,٢
بروتين البلازما	جم / لتر	٤٩,٥ ± ١,٣
جلوتاميك اوكسالواستيك	وحدة / لتر	١١,١ ± ١,٦
جلوتاميك بيروفيك	وحدة / لتر	٢٣٦,٨ ± ٢٣,١
فوسفاتاز قاعدى	وحدة / لتر	١٧٢
كالسيوم بلازما	ملى مول / لتر	٣,٣٦ ± ٠,٠٨
ماغنسيوم بلازما	ملى مول / لتر	٠,٣٧ ± ٠,٠٢
فوسفور بلازما	ملى مول / لتر	٣,٩١ ± ٠,١٥
صوديوم بلازما	ملى مول / لتر	١١٦,٥ ± ٢,٦٢
بوتاسيوم بلازما	ملى مول / لتر	٢,٨٣ ± ٠,٢١
زنك	ملى مول / لتر	٠,٣٢ ± ٠,٠١
حديد	ملى مول / لتر	٠,٠٢٤ ± ٠,٠٠١
جلوكوز	مجم / لتر	٦٤٩
كلويسترول	مجم / ١٠٠ مل	٢٨٩

العوامل المؤثرة فى تركيب الدم :

يتباين كثيرا تركيب الدم باختلاف أنواع الأسماك وأعمارها وأحجامها، وحالتها الغذائية، والظروف المرضية، والأحوال البيئية المختلفة.

١ - **اختلاف الأنواع :** فمقارنة دم أسماك التونة بدم أسماك الماكريل نجد للتونة هيماتوكريت ٤٢ ـ ٦٦ ٪ وهيموجلوبين ١١ - ٢٢,٣ جم / ١٠٠ مل وعد كرات دم حمراء ٢,٢١ - ٤,٨ × ١٠^{6}/ مم٣ بينما فى الماكريل كانت هذه القيم على الترتيب ٢٦ - ٦١ ٪، ٧ - ٢٢ جم / ١٠٠ مل، ١,٥ - ٦,١٣ × ١٠^{6}/ مم٣.

وفى دراسة أكبر لأنواع عديدة من رتب السمك المختلفة اتضح كذلك وجود فروق معنوية فيما بينها كما يظهره الجدول التالى :

تركيز بلازما الدم لرتب مختلفة من الأسماك البحرية من بعض الأيونات غير العضوية بالملى مول.

رتـــــب السـمـــــــك	تـــركيــــــزا الإلكتـــروليـــــــت				
	صوديوم	بوتاسيوم	كلور	كالسيوم	مغنسيوم
مستديرة الفم Cyclostomes	١٩±٤٦٢	١,±٩,٠	٢٢±٤٥٣	٠,٧±٦,٣	١٠,١
كاملة الرأس Holocephalans	٢٥±٣١٧	١,٢±٧,٩	١٨٤±٣١٩	٠,٤±٤,٣	٠,٨±٣,٨
صفائحية الخياشيم Elasmobranchs	١٢±٢٦٣	٠,٩±٤,٧	١٢±٢٥٥	٠,٣±٤,٠	٠,٥±١,٦
كاملة التعظم Teleosts	٩±١٧٧	٠,٩±٥,٤	١١±١٧٢	٠,٦±٢,٦	١,٥±٢,٦

٢ - **العمر، الحجم** : يرتبط محتوي الدم من الهيموجلوبين والهيماتوكريت والبروتين الكلى ترتبط جميعها إيجابيا مع طول سمك الفرخ متسع الفم ، كما ارتبط اليهموجلوبين واليهماتوكريت إيجابيا فى نفس السمك مع العمر . وقدرت محتويات دم هـذه الأسماك فى حدود ٩٨, ٠ - ٢.٧٦ × ١٠^٦ / مم^٣ كرات دم حمراء ، ٣,٠ - ٨.٧ جم / ١٠٠ مل هيموجلوبين ١٤٪ - ٥٧ ٪ هيماتوكريت ، ٣ - ٣١٦ مجم / ١٠٠ مل جلوكوز ، ٨,٠ - ١٨,٨ جم / ١٠٠ مل بروتين بلازما ، وتوقفت هذه الفروق المتسعة فى كل المكونات على عمر ووزن وطول السمك .

٣ - **الحالة الفسيولوجية والجنسية** : انخفض محتوي دم أسماك التراوت من عد كرات الدم الحمراء والهيماتوكريت والهيموجلوبين والتركيز الأسموزي للبلازما من أكتوبر إلى مارس، ووجدت فروق بين الجنسين فى كل التقديرات، ولم ترتبط هذه المقاييس بفترة الإضاءة ولا بدرجة الحرارة، إذ تقل هذه التقديرات فى أثناء وقت التناسل، كما زادت معنويا أعداد الثرومبوسيت بينما انخفضت اعداد خلايا النيوتروفيل. كما أظهرت الأسماك العظمية ارتباطا موجبا بين مستويات الهيموجلوبين والهيماتوكريت مع نشاط الأسماك، كما أعطت الأنواع الأنشط أعلى تركيز لجلوكوز الدم.

٤ - **الحالة الغذائية** : بتحسن الحالةالغذائية (بتقدم العمر) فيزداد ما تتناوله الأسماك من حديد فيزيد بالتالى محتوى هيموجلوبين الدم والهيماتوكريت بل وجلوكوز الدم كذلك. فقد وجد أن التراوت المغذى على مستوى عال من الكربوهيدرات كان له مستويات جلوكوز دم أعلى من تلك المغذى على علائق مرتفعة البروتين (والتى تعطى مستويات أعلى من الأحماض الأمينية فى الدم عنه فى مرتفعة الكربوهيدرات). وعند صيام التراوت ينخفض محتوى بلازما دمائها من البروتين والفوسفاتاز القاعدى . وقد كان هناك ارتباط معنوى بين معامل الحالة Condition Factor (المتوقف على حجم ووزن وعمر وبيئة السمك خاصة الغذائية) والأنشطة الإنزيمية المختلفة وكذلك تركيز البروتين. والتراوت المغذى يعكس انخفاضا فى نشاط إنزيم اللاكتات دى هيدروجيناز. وقد لايختلف تركيز جلوكوز دماء الأسماك الصائمة (مبروك ، ثعبان أوربى، ثعبان يابانى) نتيجة تخليق الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis خاصة الأحماض الأمينية (فى البلازما والتى مصدرها البروتين الجسمى) .

٥ - **درجة الحرارة** : ثبت أن ارتفاع درجة الحرارة (٥ . ٣ - ٢٣ °م) للتراوت يزيد من نشاط معظم إنزيمات السيرم (لاكتيك دى هيدروجيناز، هيدروكسى بيوتريك دى هيدروجيناز، جلوتاميك أوكسالو اسيتيك، وجلوتاميك بيروفيك ترانس اميناز، جلوتاميك دى هيدروجيناز، فوسفاتاز قاعدى، ليوسين امينو ببتيداز). بينما فى المبروك يؤدى انخفاض درجة الحرارة (فى شهور يناير وفبراير) إلى نقص معنوى فى تركيزات الصوديوم والبوتاسيوم والكلور فى الدم ، بينما زاد كالسيوم الدم وانخفض البروتين فى فترة نضج المبيض ووضع البيض. وبانخفاض درجة حرارة البيئة يزداد بروتين السيرم معنويا .

٦ - **تركيز الأوكسجين الذائب** : بإنخفاض تركيز الأوكسجين الذائب فى الماء انخفض ثانى أوكسيد كربون الدم واليوريا والبروتين الكلى وحمض اليوريك والكرياتينين والصوديوم والبليروبين الكلى فى دم أسماك القراميط ، بينما زاد نشاط إنزيم الفوسفاتازالقاعدى ومستوى الفوسفور والكالسيوم والكوليسترول والجلوكوز . فقد أعطي القرموط تركيزات مكونات الدم التالية :

مكونات الدم	الوحدة	المدى	المتوسط
ك أ٢	ملى مكافىء / لتر	٣,٨ - ٣١,٧	١٧,٨
جلوكوز	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ١٦٨	٧٧,٨
أزوت اليوريا	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٣,٤	١,٤٤
بروتين كلى	جم / ١٠٠ مل	٢,٧ - ٦,٣	٤,٥
البيومين	جم / ١٠٠ مل	صفر - ١,٩٦	٠,٧٨
كوليسترول	مجم / ١٠٠ مل	٧٠ - ٣٤٥	٢١٢
حمض يوريك	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٢,٥	١,٣
كرياتينين	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٣,٧	١,٧٨
بليروبين كلى	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ١,٤	٠,٤
صوديوم	ملى مكافىء / لتر	١٠٥ - ١٦٨	١٣٧
بوتاسيوم	ملى مكافىء / لتر	صفر - ٤,٦	٢,١١
كالسيوم	مجم / ١٠٠ مل	٣,٩ - ١٤,٥	٩,٢
فوسفور	مجم / ١٠٠ مل	٧,٦ - ٢٤,٨	١٦,٢

٧ - **الحالة المرضية والتلوث** : قد يقل تركيزات البروتين فى سيرم التراوت فى حالات الإصابة بالأمراض البكتريه والفيروسية لكنه لا يزيد فى السمك المصاب بالتهاب الكبد hepatoma . ويتعرض أسماك التراوت لتلوث نيتريتى أدى إلى زيادة معنوية جدا فى تركيز نيتريت بلازما الدم وذلك بعد زيادة

تركيز الميتهيموجلوبين من ٣ إلى ٦٠ ٪ ، كما أدى هذا التلوث إلى انخفاض فى تركيزات البلازما من الصوديوم والبوتاسيوم والكلور، ويعد زيادة حجم كرات الدم الحمراء قل حجم الكرات الحديثة التكوين مع زيادة عددها وانخفاض محتواها الهيموجلوبينى.

التخدير والتهدئة : Narcosis & Tranquilization

لجمع عينات دم الأسماك لدراستها لابد من تهدئة السمك أو تخديره لسهولة سحب عينة الدم من القلب أو غيره من الأوعية الدموية ، لذلك تستخدم المهدئات Tranquillizers ومن بينها (مواد التخدير anaesthesia)

١ - كينالدين (كوينا لدين) Chinaldin or quinaldine وتركيبه الكيماوى عبارة عن كينولين (2 - 4 - methylchinolin) وهو زيتى ويستخدم فى حمام بتركيز ١ , ٠ مل / لتر.

٢ - MS - 222 وتركيبه الكيماوى TricaineMethanesulfonat وهو بللورات ذائبة فى الماء يباع فى صورة مسحوق، ويستخدم بتركيز ٥٠ ـ ١٠٠ مجم / لتر فى حمام لمدة ١ ـ ٣ دقيقة أو بالرش على الخياشيم. وقد يباع تحت اسم تجاري آخر (حسب الشركة المنتجة) وهو فينكويل finquil ، وهو الأكثر والأسهل استعمال والأقل خطورة على السمك.

٣ ـ فينوكسى إيثانول Phenoxy Ethanol ، ترای كلورميثيل بروبانول Trichloromethylpropanol ، وتستخدم بتركيز ٥ , ٠ مل / مل من الأول ، ١ جم / لتر من الثانى.

وهذه المهدئات ووسائل التخدير لاتستخدم فقط عند سحب عينات الدم بل كذلك عند جمع السائل المنوى ووضع البيض (فى التفريخ الصناعى للسمك) وعند ترقيم السمك ونقله وعلاجه وتجنيسه ، وقد تستخدم للتسكين Sedation فقط دون تخدير حتى يقل معدل الميتابوليزم واستهلاك الأوكسجين وخفض إخراج نواتج الميتابوليزم إلى الماء ، كما يقلل الإضرار الطبيعية ، إذ أن الاضطرابات تؤدى إلى :

أ - إفراز الكاتيكولامينات Catecholamines (ابينفرين ، نورابنيفرين) من الجهاز العصبى السمبثاوي مؤديا إلى زيادة جلوكوز ولكتات الدم وسرعة ضربات القلب وزيادة سرعة التنفس ، تمدد الأوعية الدموية، وزيادة الحركة التقلصية .

ب - فراز الكورتيزول Cortisol من الكلى مسببا سحب البروتين وزيادة تخليقه وتثبيط النمو ، وزيادة إنتاج الجلوكوز من بروتين الأنسجة، وزيادة إنتاج ونشاط إنزيم Na^+ / K^+ - ATPase .

العوامل المؤثرة علي إستجابة السمك للتخدير :

يعمل التخدير من خلال تثبيط الجهاز العصبى المركزى، وهناك علاقة عكسية بين جرعة المخدر ودرجة رقى وتطور الحيوان وعليه فيحتاج السمك جرعة أكبر من المخدر عما تحتاجه الثدييات لإحداث نفس التأثير. وقد يؤدى استخدام المخدر إلى تسكين أو تخدير أو موت تخديرى Narcotic death على حسب الجرعة ومدة التعرض لها. ويشكل عام هناك ٣ طرق للتسكين والتخدير في السمك، إمابإستخدام العقاقير والغازات، أو إحداث انخفاض في درجة حرارة الجسم hypothermia ، أو التعرض لتيار كهربى. ويشترط فى المسكن أو المخدر من العقاقير والغازات أن تكون فعالة بجرعة منخفضة بعيدة عن الجرعة السامة . وألا تسبب زيادة نشاط السمك مع سهولة ذوبانها فى الماء ووفرتها بكم كبير مع أمانها للأشخاص.

والعوامل المؤثرة على كفاءة التخدير فى السمك هى :

١ ـ عوامل بيولوجية : نسبة مسطح الخياشيم لوزن الجسم (أى النوع) ، معدل الميتابوليزم (أى الحجم والوزن) ، الأسماك الزيتية (أى محتوى الدهن) ، محتوى الدهن (الجنس والنضج الجنسى)، فترة ما بعد الوضع (حالة الجسم) ،الحالة المرضية.

٢ ـ عوامل بيئية : كالحرارة، وتركيز أيون الأيدروجين والملوحة ومحتوى المعادن فى البيئة (مضادات الكالسيوم) .

فالأسماك التي مسطح خياشيمها إلى جسمها كبير يسهل تخديرها، كما أن الأسماك الكبيرة تتخدر أسرع من الصغيرة وفى البلطى مثلا تعود الزريعة لطبيعتها أسرع من البالغة رغم تخديرهم معا بنفس الجرعة، والأسماك الكبيرة أو فى موسم التناسل تكون دهنها أكثر، فعند تخديرها بمخدر يذوب فى الدهون MS 222 & benzocaine فإن تخديرها يطول وعودتها من التخدير تكون بطيئة، والأسماك المريضة والشاحبة تكون حساسة جدا للتخدير. ولا يؤثر التخدير على نمو السمك وتبويضه.

واستخدام MS 222 & benzocaine فى درجات الحرارة العالية يتطلب منها جرعة عالية لإحداث نفس التأثير بالجرعة المنخفضة على حرارة أقل. ويفقد Quinaldine كفاءته التخديرية بانخفاض pH، كما يضاد المستوى العالى من كالسيوم الماء الفعل التخديرى للباربيتورات barbiturates.

ويتم التخدير بالأستنشاق أو بالحقن ، موضعيا أو كليا .

التخدير بالاستنشاق Inhalation anaesthesia :

يستخدم مخدر سائل لاستنشاق السمك لدخوله لتيار الدم الشرياني كأقصر طريق للجهاز العصبي المركزي ويعودة السمك إلى ماء نظيف يخرج العقار أو ناتج ميتابوليزمه عن طريق الخياشيم ويتم التخدير بغمس السمك مباشرة في إناء يحتوي على التركيز المناسب من مادة التخدير للمدة المناسبة ثم تجرى المعاملات أوتؤخذ المقاييس ثم توضع الأسماك في إناء أخر به ماء نظيف قبل إعادتها للأحواض . في حالة كثرة العمل الذي يتطلب إطالة مدة التخدير فقد يقف التنفس لذا يستخدم التنفس الصناعي وهناك طرق عديدة لتوصيل محلول المخدر إلى الأسماك بأن تمد السمكة في فمها بمحلول المخدر مشبع بالأوكسجين ويجمع الخارج من الخياشيم ليضخ في الإناء الأصلي المشبع بالأوكسجين وهكذا و ذلك بعد تسكين السمك بغمسه في محلول المخدر ثم وضعه على حامل ويوضع في فمه خرطوم محلول المخدر المزود بالأكسجين لإزالة ك أ٢ منه مع رش جلد السمك بالماء باستمرار إذا طالت العملية للمحافظة على حرارة الجسم وعدم جفاف الجلد.

ومن مواد التخدير المستخدمة في التخدير بالاستنشاق قائمة كبيرة بعضها اختفى ولم يستخدم بعد منذ زمن بعيد مثل اليوريثان Urethane لانه يسبب السرطان رغم فعاليته الجيدة في التخدير وباقي المجموعة المستخدمة في حالات معينة بروبوكسات propoxate بيسكائين piscaine ، سيكوباربيتال Seccobarbital ، إثير diethyl ether ، ٤ - ستيريل بيريدين 4 -S tyrylpyridine ، كما تستخدم أحيانا بفعالية كذلك صوديوم أميتال Sodium Amytal، صوديوم بنتوباربيتون Sodium pentobarbitone وهناك مجموعة أخرى فعالة لكن لها تأثيرات جانبية لذلك لا تستخدم الان بكثرة مثل كورال هيدرات Choral hydrate ، تيرتياري كحول الاميل tertiary amly alcohol، ميثيل بارافينول methyl parafynol ، كلوروفورم chloroform ، ترى برومو إيثانول tribromoethanol ، كلور بيوتانول Chlorbutanol ، أما المجموعة الأكثر استخداما فتتكون من ترى كايين ميثان سلفونات Tricaine methane sulphonate MS 222، بنزوكاين Benzocaine، كوينالدين وكوينالدين سلفات Quinaldine and quinaldline sulphate ، ٢ - فينوكس ايثانول Phenoxyethanol 2 - 2 .

١ - **فينوكس إيثانول** : سائل زيتي يحل بالرج مع كمية بسيطة من الماء. الجرعة ٠.٥ سم٣ / لتر (٣٨٥ مجم / لتر) تحدث تخديرا عاما ، بينما الجرعة الأقل تحدث تسكينا ، والسائل مضاد للبكتريا والفطر وهذا يفيد في العمليات الجراحية، ويظل المحلول فعال على الأقل ٣ أيام.

٢ - **كوينالدين** : سائل زيتي يجب إذابته في اسيتون كي يخلط مع الماء، غير فعال على pH5 أو أقل ، وتزيد فعاليته بزيادة pH (ورغم فاعليته فإنه مهيج وغير ذائب ومتلف للقرنية في السالمونات) . سلفات الكوينالدين ذائبه في الماء لكنها غير متوفرة تجاريا، رخص الكوينالدين جعله وسيلة شائعة الاستخدام في جمع السمك.

٣ – ترى كايين ميثان سلفونات أو MS222 : استخدام مع كثيرمن الأنواع، حامضى سريع النوبان فى الماء، انخفاض pH المحلول مهيج للسمك وقد نشر كثيرا عن العواقب الفسيولوجية لاستخدامه لزيادة جلوكوز الدم hyperglycaemia ، ونقص الاوكسيچين hypoxia ، وشلل عضلات التنفس hyperapnia ، وتغيرات فى اليكتروليتات الدم وهرموناته والكوليسترول واليوريا واللاكتات وحمض الاسكوربيك وإن كانت هذه التغييرات قد تحدث نتيجة تناول الأسماك. فعاليته بجرعة ١٠ ـ ٤٠ مجم / لتر للسالمونات وحتى ١٠٠ مجم / لتر للبلطى والقراميط.

٤ – بنزوكاين(اثيل ـ ٤ ـ امينو بنزوات) : شديد الشبة بمركب MS222 لكنه غير ذائب فى الماء، لذا يجب إذابته أولاً فى الأسيتون أو الإيثانول ويحضر منه محلول عمل بتركيز ١٠٠ جم / لتر فى زجاجة داكنة اللون يمكن حفظها على الأقل لمدة سنة. وفى المحلول فإن البنزوكاين متعادل وأقل ضررا عن MS222 رغم أنه له كذلك بعض الاثار الجانبية والجرعة الفعالة تماثل جرعة MS 222 أى حتى ١٠٠ مجم / لتر (بتخفيف محلول العمل ١٠٠ جم/ لتر).

٥ – برووكسات : له خواص تخديرية قوية تفوق مركب MS 222 مائة مرة. سريع التأثير بجرعة ٤ مجم / لتر (٣٠ ـ ٦٠ ثانية) بطىء (٥ ـ ٩ دقائق) بجرعة أقل (١ مجم / لتر) . وله تأثير علاجى فى نفس الوقت إلا أن العقار مكلف جدا لذلك فلا يعرف الكثير عن ميتابوليزمة وتأثيراته.

التخدير عن غير طريق القناة الهضمية Parenteral anaesthesia :

يفضل فى حالة طول مدة العمليات المتطلبة تخديرا أن تسكن الأسماك بالمخدر بالأستنشاق لمنع ضغوط التداول ثم توزن السمكة وتحدد الجرعة وتحقن فى غلاف الأحشاء فى البريتون Intraperitoneal أو فى الأوعية Intravascular أو فى العضل Intramuscular وأكثرها شيوعا الحقن فى التجويف البريتونى بإبرة رفيقة لامتصاص مادة التخدير خلال أوعية دم الأحشاء فيحدث التخدير ببطء. وفى السمك الكبير تحقن فى الأوعية بإبرة مناسبة سواء فى الشريان الذيلى أو فى تجويف زعنفى معين . كما تمتص الجرعة الصغيرة بسرعة لو حقنت فى العضلات الجانبية الحمراء فى بعض الأسماك المميزة لهذه المنطقة. وهناك قائمة عقاقير تخديرية عن غير طريق القناة الهضمية لكن المستخدم عمليا منها ٣ مركبات هى :

١ – نيمبيوتال (صوديوم بنتوباربيتون)

Nembutal (Sodium pentobarbitone)

محلول حقن فعال بجرعة ٤٨ ـ ٧٢ مجم / كجم في البريتون، ويستمر التخدير طويلا (٦ – ٢٤ ساعة) حسب الجرعة، ومشكلته بطء الاستشفاء من التخدير، وهو لا يفرز عن طريق الخياشيم مما يفسر طول مدة فعاليته، وقد يكون مميت لبعض الأسماك بجرعة ٦٠ مجم / كجم بينما

يخدرها بجرعة ٦ مجم / كجم.

٢ - بروبانيديد (ابونوتول) **Propanidid (Eponotol)** : فعال بجرعة ٨ - ٩ مجم / كجم فى الثدييات بينما يلزم ٣٢٥ مجم / كجم لحقن التراوت فى البريتون لتخدير فعال فيستمر فعله حوالى ٥ر٢ ساعة. وهو لا يحدث ضغوطا كبيرة على التنفس كما تستشفى الأسماك نسبيا بلا مشاكل.

٣ - الفاكسولون (سافان) **Alphaxolone (Saffan)** :

عقار ممتاز للتخدير الطويل ومن مزاياه تنظيم وتقوية ضربات القلب كما يمد الأوعية الدموية بشكل عام مما يوفر الأوكسجين للدم ، والجرعة المنخفضة (١٢ مجم / كجم) ربما تحافظ على التنفس والدورة الدموية فى مستواها الأساسي - الجرعة العالية (فوق ٢٤مجم / كجم فى التراوت) ربما تؤثر على التنفس فتبطئه أو تمنعه كليه .

طرق كيماوية أخرى Other Chemical Methods :

قد يجرى التخدير بإضافة الكيماويات للغذاء أو إذابة الغازات التخديرية Narcotic Gases

١ - **الكيماويات فى الغذاء** : طريقة خالية نسبيا من أى ضغوط، فيغذى على عليقة مضغوطة محتوية على ديازيبام diazipam ومشكلتها بطء امتصاص المخدر عن طريق المعدة. وعدم إمكان التنبؤ بالكمية المستهلكة من المخدر.

٢ - **الغازات** : التخدير الغازى السمك غير ممكن، إلا إذا كان الغاز ذائبا نسبيا فى الماء لكن الأسماك التى تتنفس الهواء كالقراميط والثعبان وحيد الخياشيم يمكن تخديرها غازيا لكنها لم تجرب أو تختبر بعد .

فقد استخدم التخديربغاز ك أ٢ لكن كمسكن فى النقل لسهولة ذوبانه فى الماء، والتكنيك بسيط لا يتعدى دفع الغاز من أنبوبة خاصة إلى الماء لكن يصعب التحكم فى تركيزه النهائى فى الماء وصعوبتها كذلك فى حفظ تركيز أ٢ مع رفع تركيز ك أ٢ .

ويستخدم غاز الهالوثان halothane بفعالية فى تخدير السمك بجرعة ٠,٠٥ - ٢,٠ مل / لتر ويمكن تبخير الغاز وإذابته . ويتوقف التخدير على الجرعة ويمتاز بسرعة الاستشفاء من التخدير (٢ - ٥ دقائق) لكن صعب الذوبان فى الماء فيصعب التحكم فى التكنيك، ولذا قد تنال الأسماك جرعة هالوثان نقى مميتة.

طرق غير كيماوية Non Chemical methods :

يمكن تسكين السمك دون استخدام كيماويات وذلك بطريقتين :

١ - خفض درجة الحرارة Hypothermia :

تؤثر الحرارة على النشاط واستهلاك أ٢ فتنخفض معدل الميتابوليزم للسمك وكذلك على كفاءة تحميل الماء بالأوكجسين. فخفض حرارة الماء تهدىء أو تسكن السمك ويتم التبريد فى ثلاجات أو بإضافة الثلج أو استخدام الثلج الجاف (معزولا عن الماء كيماويا لكن متصل به حراريا). وتتوقف كمية التبريد على التاريخ الحرارى السابق لنوع السمك وحرارة تأقلمه والمدى الحرارى المحتمل.

وقد استخدم هذا التكنيك فى النقل وتحدث حالات نفوق لا يعرف إن كانت ترجع لشدة التبريد او للمهدئات الأخرى الكيماوية التى تضاف معها عادة .

وجد أن خفض درجة الحرارة ٦ °م يمكن استعمالها مع فقس البلطى المتأقلم على ٢٥ °م وخفضها أكثر يسبب نفوقا ملحوظا وعند استخدامها مع مخدر كيماوى (بنزوكايين) فإن الجرعة المؤثرة العادية يجب خفضها بمعدل ٣٠٪ .

٢ - تخدير كهربى

Electroanaesthesia (Electroimmobilisation) :

بديل للتخدير الكيماوى أن تستخدم الكهرباء، سواء تيار متردد أو مستمر ، فيؤدى إلى تسكين السمك. وقد استخدم لسنوات طويلة فى الصيد الكهربى ويطلق على التسكين الكهربى بالتيار المستمر Galvonarcosis فقد أمكن إحداث شلل للتراوت عمر سنة Yearling بوضعها فى حقل كهربى قوته ٠,٦ فولت / سم تيار مستمر فتتحرك الأسماك جهة القطب الموجب anode وتفقد اتزانها وتسكن بينما البلطى يتطلب تيار مستمر قوة حقلة حوالى ٣ فولت / سم لإحداث تأثير مشابهة وتستشفى الأسماك فى الحال لو خرجت من الحقل الكهربى أو قطع التيار.

أما التيار المتردد فلا يزول تأثيره بقطع التيار، ويتوقف تأثيره على شدة التيار من تسكين إلى تخدير electronarcosis ويختلف رد فعل السمك فى الحقل الكهربي على حسب شدة الحقل الكهربى ومدة التنبية الكهربى والشكل الظاهرى لجسم السمك.

وتتأثر الأسماك الكبيرة أسرع من الصغيرة والمهم هو فرق الجهد بين الذيل والرأس، فالأسماك الطويلة تلتقط فرق جهد أكبر من القصيرة، وعليه فيقف التخدير الكهربى إن لم تكن الأسماك موازية لاتجاه تدفق الالكترونات.

وميزة التخدير الكهربى تخفيض عبء الصيد بالشبك، سواء للسمك أو للعامل وقد لوحظ أن التخدير الكهربى يسبب تغييرات دموية شبيهة بما تحدثه مواد التخدير الكيماوية.

وقد استخدم التخدير الكهربى لمدة ٣٠ ثانية بتيار ١١٠ فولت على ٣٥٠ مللى أمبير . والتخدير الكهربى منافس مفيد للتخدير الكيماوى لضآلة التغييرات الفسيولوجية التى تسبب فيها عن تلك التى يسببها MS222 .

وعموما بعد توقف الأسماك عن العوم لتخديرها تنقل من حوض التخدير إلى قطن مبلل مع استمرار بلل القشور وحقن الفم والخياشيم بماء يحتوى المخدر بواسطة سرنجة. ويزول أثر التخدير فى ظروف ٥ دقائق (باستخدام MS222) من وضع السمك فى أحواض الاستشفاء ، ويمكن تحريك الأسماك إلى الأمام والخلف فى الماء مع المساعدة على التنفس والتدليك الخفيف للصدر من الخارج بالأصابع.

ولا يستخدم ماء الصنبور الطازج فى التخدير لاحتوائه على الكلور. هذا وقد يستخدم أكثر من مخدر فى نفس الوقت مثل الكوينالدين مع MS222 .

الآثار الجانبية للتخدير Side Effects of Anaesthetization :

رغم أن استخدام مركب التريكاين ميثان سلفونات (MS - 222) فى أثناء تجنيس وتزاوج القراميط لم يؤثر سلبياً على نجاح التبويض أو حيوية الزريعة ، إلا أنه قد تم تسجيل كثير من أعراض الضغوط Stresses الكيماوية على أسماك البلطى الموزمبيقى والمبروك العادى والسالمون التى خدرت بهذا المخدر كما ظهرت هذه الأعراض فى شكل تغييرات فى صورة الدم ، واستخدام هذا المخدر فى صورة متعادلة - (بالصودا الكاوية) تحسن صورة الدم وتعمل على ثبات الاتزان الحامضى / القاعدى وحجم وعدد كرات الدم الحمراء ، وقد ظهر أن التراوت يقاوم لحد كبير ضغوط هذا المخدر عن المبروك وعن البلطى .

وبزيادة جرعة الكوينالدين يقل استهلاك السمك للأوكسجين للأحجام المتوسطة ، بينما التركيز المنخفض مع الأسماك الصغيرة تزيد لحد ما من استهلاك الأوكسجين.

وتؤدى الجرعة الزائدة overdose من المهدئات عامة إلى قلق restlessness وسوء توجيه disorientation وتشنج convulsion وغيبوبة coma فنفوق death . وقد تؤدى الجرعة الروتينية إلى خفض خطير فى ضغط الدم serious hypotension . ولا يحدث التسمم فى التخدير الموضعى إلا إذا قابل الحقن بالمخدر عصباً بالصدفة.

منع التجلط Anticoagulation :

لتداول الدم الكامل للتحليل لصورة الدم من حيث الهيموجلوبين أو الهيماتوكريت أو عدد كرات الدم وتصنيفها ومحتويات الدم (الكامل) المختلفة ، أو للحصول على البلازما من الدم للتحاليل المختلفة ، يستلزم ذلك إضافة مواد مانعة لتجلط الدم وأهمها وأكثرها انتشارا واستخداماً هو الهيبارين heparin (رغم عدم ملاءمته للاستخدام عند إجراء تقديرات معينة). وأفضل جرعة هيبارين استخدمت لدماء لأسماك الماء العذب هى ٤ مجم/ مل دم (أى ٥١٩ وحدة دولية / مل ، حيث إن الوحدة الدولية من الهيبارين تعادل ٠,٠٠٧٧ مجم) فأعطت أفضل نتائج . كما استخدم ملح بوتاسيومى من EDTA بتركيز ٢ مل (من محلول ١٥ ٪) / أنبوبة مفرغة . وقد تستخدم الأملاح المختلفة الأخرى المستخدمة عادة كموانع تجلط لدماء الحيوانات والإنسان . وعموماً فسيرم الأسماك أكثر ثباتاً من سيرم الإنسان على درجتى حرارة ٢٥° م ، ٤° م ويماثله فى الثبات على – ١٠° م.

ثانياً : الغدد الصماء Endocrines

وهى الغدد ذات الإفراز الداخلى أى عديمة القنوات (لاقنوية) ، وتحتوى القناة الهضمية للأسماك – مثلاً – على عدد كبير من الخلايا ذات الإفراز الداخلى وهى خلايا بنكرياسية معدية معوية Gastro - entero - pancreatic endocrine cells تخلق هرمونات عديدة الببتيد ، منها الأنسولين Insulin والجاسترينGastrin (من جزر لانجرهانز) والسيكرتين والكوليسيستوكينين وشبيهه والهيستامين (من الأمعاء) وشبيه السيريولين والهيستامين (من المعدة) . وتحتوى أنسجة جزر البنكرياس فى الأسماك العظمية على خلايا بيتا المفرزة للأنسولين ، وعلى خلايا الفا المفرزة للجلوكاجون وقد تحتوى كذلك على خلايا دلتا المفرزة للسوماتوستين.

ونقص الأنسولين فى الأسماك يزيد من تركيز جلوكوز وأحماض دهنية الدم أى أنه يؤثر على ميتابوليزم الدهون (والكربوهيدرات) والبروتينات لأن السمك يزيد من سكر دمه عن طريق غير كربوهيدراتى وهو الأحماض الأمينية أساساً الموجودة فى البلازما ومصدرها البروتين الجسمى . فالحقن بالأنسولين يخفض من تركيز الأحماض الأمينية ، أى أن الأنسولين يلعب دوراً هاماً فى ميتابوليزم البروتين فى الأسماك . والحقن بالأنسولين يخفض من جلوكوز دم الأسماك الغنية علائقها بالكربوهيدرات بينما لا يؤثر على الأسماك المرتفعة علائقها فى محتواها من البروتين.

والأسماك ليس لها غدد جارات درقية بل تنظم ميتابوليزم الكالسيوم والفوسفور بواسطة كالسيتونين يفرز من الجسم الخيشومى الخلفى والذى يتحكم فى ترسيب العظام وسحب المعادن منها . ويؤدى حقن السمك بهرمون الكالسيتونين إلى انخفاض كالسيم الدم.

ويتشابه ثيروكسين السمك مع هرمون الثدييات ، إذ يؤدى الحقن بالثيروكسين إلى زيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم ، لكنه على عكس ما فى الثدييات يؤدى إلى خفض سكر الدم وزيادة

جليوكوجين القلب والعضلات . وتكون الأسماك صبغات بصرية من فيتامين A2 لتحقيق حساسية إضافية للجزء الأحمر من الطيف عند معيشتها فى الماء العذب ، وتزداد هذه الخاصية بتأثير كل من الثيروكسين والبرولاكتين . كما يلعب الثيروكسين دوراً هاماً فى التحكم فى شكل السمك فى أطواره المختلفة .

وتحمل الأسماك المهاجرة لملوحة المياة يتحكم فيها الفص الأمامى للغدة النخامية وقشرة الأدرينال adrenal cortex فهرمون الفازوتوسين Vasotocin هام فى التحكم فى ميزان الماء. كما أن تغييرات الألوان فى كثير من أنواع الأسماك يسيطر عليها هرمونات تشتيت أو تركيز اللون الأسود melanophore dispersing (or condensing) hormones المفرزة من الفص الخلفى للنخامية . وقد تخضع تغييرات لون ذكور الأسماك فى موسم التناسل إلى الهرمونات الجنسية الذكرية . وهكذا تخضع كل العمليات الفسيولوجية فى الأسماك لهيمنة الهرمونات كما سيتضح ذلك من النماذج التالية:

١ - تأثير الهرمونات على نمو السمك :

أ - النخامية :

يتأثر النمو والميتابوليزم فى الأسماك بشدة بالهرمونات التى تتأثر بظروف البيئة . فلقد وجد أن الأسماك منزوعة الغدة النخامية Hypophysectomized fishes لا تنمو وتفقد شهيتها ويقل تحويلها الغذائى ، وأنه يمكن إعادة نموها بالحقن بهرمون النمو Somatotrophic hormone ، ويتوقف معدل النمو على جرعة الهرمون ودرجة الحرارة . وارتفاع الحرارة بما يثبط إفراز هرمون النمو كما يؤثر على استهلاك الغذاء ومعدل الميتابوليزم مما يؤثر على النمو . وعلى ذلك قد يرتبط معدل النمو وتغيراته على مدار العام بالتغييرات فى محتوى الغدة النخامية من هرمون النمو ، إذ أن زيادة النمو ترتبط بانخفاض تركيز الهرمون فى النخامية دليل انسيابه من الغدة إلى الدم . وهرمون النمو Growth hormone هذا يفرز من خلايا الفا للفص الأمامى من الغدة النخامية ، وهو من البروتينات البنائية anabolic protein . ويشبه هرمون نمو الماشية لذا فعند حقن السمك منزوع النخامية بهرمون نمو الماشية فإنه ينمو طبيعيا ، كما أن الحقن بهرمون نمو السمك ذاته يزيد فى النمو ، ويخشى من حقن مستخلص النخامية ما يسببه من نفوق ربما يرجع إلى سمية المذيب أو المستخلص ولطبيعة هرمون النمو البروتينية فقد اعتقد خطأ أن إعطائه عن طريق الفم يفقده نشاطه بفعل الإنزيمات الهاضمة ، إلا أنه عملياً ينكسر بفعل الإنزيمات ويظل بنشاطه الدافع للنمو . ويقوم هرمون النمو بتحريك دهون الجسم فتعلو الاستفادة من بروتين العليقة فيقل محتوى الجسم من الدهن بينما تتراكم الأحماض الأمينية بالأنسجة ويزيد بروتين الجسم (نمو) ، ويشجع هرمون النمو من تخليق الحمض النووى RNA وتخليق هرمون الأنسولين (فكلا الهرمونين هرمونات بناء ميتابوليزمى)، فالأنسولين لازم لاكتمال فعل هرمون النمو . لذا يضاف هرمون النمو فى علائق الأسماك أو يحقن أو يزرع بجرعات ٥ - ١٠٠ ميكروجرام / جم وزن جم / أسبوع، وتستجيب الأسماك الصغيرة للهرمون بشكل أكبر ، ويؤثر الهرمون على عامل الحالة للسمك ، وينتج لحماً فقير الدهن . إلا أن الحقن أو الزرع وتكراره شيء مجهد

وغير عملي في ظل الإنتاج المكثف للأسماك . ويعبر عن عامل الحالة بشكلية ، إما معامل الحالة التقليدى Conventional condition factor = الوزن الكلى / (الطول)^3

أو عامل الحالة الجسمى Somatic condition factor = (الوزن الكلى - وزن المناسل) / (الطول)^3 .

ب - الاستيرويدات البنائية :

• تستخدم الاستيرويدات البنائية Anabolic steroids كهرمونات مشتقة (**تشمل هرمونات الجنس** الذكرية androgens والاستروجينات oestrogens أو هرمونات الجنس الأنثوية) تخليقية صناعية في مزارع الأسماك لمالها من تأثير بنائى مشجع للنمو ، وتمتاز على هرمون النمو في سهولة استخدامها كإضافات غذائية دون فقد نشاطها البيولوجى ، ومن الاستيرويدات المخلقة مركب ١٧ ألفا - ميثيل تستوسترون (MT) ، ١١ - كيتوتستوستيرون ، ادرينوستيرون ، ديمثازين ، نورثاندرولون، اثيل ستلبسترول ، ايثيل استرنول ، وغيرها كثيراً . وتؤدى هذه الهرمونات إلى زيادة امتصاص النيتروجين وبالتالى تزيد معدل النمو ، كما يزيد استهلاك العلف ويحسن كفاءة تحويل البروتين ، وهناك علاقة عكسية بين تركيز الهرمون ومعدل النمو ، كما أنه بعد سحب الهرمونات من العليقة يقل نشاط إنزيمات هضم البروتين في السمك . والهرمون الصناعى (المخلق) أكفأ في تأثيره على النمو عن الهرمون الطبيعى . والأندروجينات أكثر تأثيرا من الاستروجينات في دفع نمو السمك. فتحقن الأسماك عضلياً كل ٤ أيام بمركب . ٤ - كلوروتستوستيرون خلات ، أو يوضع في العليقة الميثيل تستوستيرون ٢,٥ مجم / كجم ، وكذلك في العليقة يمكن إضافة الديمثازين ٥ مجم / كجم عهلف . ولا ينبغى استخدام الاستيرويدات البنائية في دراسات النمو إذا كانت تظهر الصفات الجنسية ، إذ قد ينقلب الجنس sex reverse فإعطاء الهرمون الذكرى للأنثى يحولها إلى ذكر فعال ، وإعطاء الهرمون الأنثوى يحول الذكور إلى إناث فعالة ، وتزاوج ذكور فعالة مقلوبة الجنس (لا تحتوى على كروموسوم Y) مع إناث طبيعية تنتج جيلا كله إناث . لذلك قد تستخدم **مضادات الاندروجينات** antiandrogen **أو مضادات الاستروجين** antioestrogen مع الاستيرويدات البنائية لتثبيط التأثيرات الاندروجينية بدون الإضرار بالخواص البنائية . فقدم الفلوتاميد flutamide كمضاد للاستيرويدات بمعدل ٢٠ ميكروجرام / جم علف فزاد وزن السمك في الوزن الصغير (الطور اليرقى) .

ويظهر أثر الهرمون البنائى في العلائق منخفضة البروتين أكثر منه مع العلائق مرتفعة البروتين . ويختلف تأثير الهرمون من نوع لآخر من الهرمون ، وحسب نوع وعمر السمك ، ووفقاً لظروف العليقة والماء ، فالتركيز المشجع للنمو لعمر في نوع ما قد يثبط النمو لنفس العمر لنوع آخر .

وقد زاد نمو السمك بإعطائه مضاد استروجينى (سيترات كلوميفين) بمعدل ١٥ ميكروجرام / جم علف مع دى إيثيل استلبسترول (٥ ميكروجرام / جم علف). وقد تعمل الاستيرويدات البنائية تعاونياً مع هرمونات داخلية أخرى كتشجيع الدرقية وجارات الكلى والبنكرياس في السمك. ويختلف تأثير هذه الهرمونات على التركيب الكيماوى لعضلات السمك طبقاً لجرعتها المستخدمة ونوع السمك وعمره .

ويجب الانتباه لمتبقيات هذه الاستيرويدات المخلقة (المستخدمة لتشجيع النمو growth promotion في مزراع الأسماك) في الأنسجة الصالحة للأكل . فرغم ما استنبط من الأبحاث القليلة بشأن سرعة معدل التمثيل الغذائي أو خروج الاستروويدات من الأنسجة ، فقد وجدت متبقياتها في بلازما وأنسجة أسماك السالمون المغذى على عليقة احتوت على التستوستيرون (٥ جزء / مليون) أو الميثيل تستوستيرون (١ جزء / مليون) ، فإذا استخدمت هذه الهرمونات تجارياً فمن الحيوى معرفة الفترة اللازمة لانسحابها من العلف قبل تسويق السمك ، وذلك لكل نوع سمكي وهرموني.

جـ - الدرقية : Thyroid :

تستطيع هرموناتها التأثيرات على النمو ، سواء لفعلها المباشر أو لحثها للنشاط البنائي لهرمونات أخرى كهرمون النمو (الذى يتفاعل معها تعاونياً synergistically) أو لتأثيرها العام على الميتابوليزم. وزيادة الجرعة (عن ١٠ ميكروجرام / جم / اسبوع بالحقن) تؤدى إلى تشوهات في الهيكل العظمى ، كما يمكن إضافة الثيروكسين في الماء وإن كانت تأثيراته أقل من الحقن ، كذلك إضافته مع العلف يؤدى لفقر نتائجه لامتصاصه في الجهاز الهضمي. وعموماً فتأثيره على النمو في بعض الأنواع أقل من تأثير هرمون النمو .

والثيروكسين (T_4) أهم للسمك من ثلاثى أيودوثيرونين (T3) ، فعند إزالة الدرقية بالإشعاع Radiothyroidectomy أو إعطاء مضادات الدرقية يقف النمو ويتم علاجه باستخدام T_4 مما يؤكد أهميته للنمو الطبيعي . وتأثير هرمونات الدرقية يتوقف على جرعتها وطريقة إعطائها، ومدى وجود مسببات الجويتر في العليقة ، نوع وحجم السمك ، وظروف المياه وغيرها .

وأدى إعطاء T3في العليقة (٢٠ - ١٠٠ جزء/ مليون) إلى زيادة طول ووزن السمك وزيادة استهلاك الغذاء وتحسن كفاءة تحويل الغذاء.

د - الأنسولين : Insulin :

يتحكم في نمو السيتوبلازم في العضلات الهيكلية ، وهو يشارك هرمون النمو في عديد من الأعمال البنائية . وحقن الأسماك بالأنسولين البقرى بمعدل ٣٢,٠ - ١٠ وحدة دولية / كجم وزن جم ١ - ٢ مرة / أسبوع حسن من كفاءة تحويل الغذاء ، والحقن بجرعات ٥,٠ - ٥ وحدة دولية / كجم / ٤٨ ساعة حسن من وزن الجسم معنوياً . فالأنسولين هام لتنظيم ميتابوليزم النيتروجين في السمك ، فالأنسولين يزيد محتوى بروتين العضلات لحثه لتخليق البروتين . وتشجيع الأحماض الأمينية على إفراز الأنسولين وقد يرجع هذا إلى الانخفاض النسبي للاحتياجات الغذائية الكربوهيدراتية وانخفاض الاستفادة بها في الأسماك وكذلك لانخفاض مستوى الجليكوجين في أنسجة الأسماك ، إذ يغيب دور الأنسولين في تخليق جليكوجين في الأسماك .

هـ - مخاليط الهرمونات : hormone combinations :

وجود بعض الهرمونات يقوى التأثير البنائى لهرمونات أخرى فتكون محصلة وجودها معا زيادة فى النمو الكلى ، فهرمون الثيروتروبين مع هرمون النمو فى ذكور الأسماك منزوعة النخامية تزيد نموها عن استخدام هرمون النمو بمفرده أو الثيروتروبين بمفرده كما أن هرمون النمو مع هرمون الجسم الأصفر يدفع نمو ذكور الأسماك منزوعة النخامية عن استخدام هرمون النمو بمفرده . وخلطة هرمون النمو مع الميثيل تستوستررون مع T4 كانت أفضل من خلطة الهرمونين الأولين فقط، والخلطتان أفضل من خلطة هرمونى النمو والثيروكسين فقط . فقد تؤدى الخلطات الهرمونية إلى زيادة النمو فى السمك بتشجيع الأسماك على استهلاك العلف وتحسين تحويله الغذائى وهضمه وتمثيله وتشجيع تخليق البروتين ، فالنمو الخطى chondrogenesis or linear growth ينظمه هرمون النمو ، بينما الاستيرويدات البنائية وهرمونات الدرقية تعمل على التكلس والتعظم Ossification .

٢ - تأثير الهرمونات على الميتابوليزم فى السمك :

لا يمكن أن تتم التغذية والهضم واختزان الغذاء بدون مساعدة الغدد الصماء وإفرازاتها المؤثرة على عمليات الميتابوليزم.

أ - البنكرياس : Pancreas :

يفرز الأنسولين والجلوكاجون من أجسام بروكمان Brockmann bodies أو الجزر الأساسية (لانجرهانز) . **فالأنسولين** (على عكس ما فى الثدييات) يؤدى إلى خفض الجليكوجين أو زيادته أو عدم التأثير عليه حسب الأنواع المختلفة للأسماك . ودور الأنسولين محدود فى ميتابوليزم الجلوكوز، لكنه جوهرى فى ميتابوليزم البروتين، إذ يسرع الأنسولين من اندماج الأحماض الأمينية ببروتين العضلات الهيكلية . وفى حالة إزالة أجسام بروكمان يزيد سكر الدم والبول أى تحدث حالة مرض سكر diabetic state يصاحبها ارتفاع تركيز الأحماض الأمينية فى البلازما . وزيادة الجلوكوز أو الأحماض الأمينية تنبه إفراز الأنسولين ، فهو هرمون هام فى تنظيم الطاقة فى السمك فالحقن بالأنسولين يخفض مستوى الأحماض الدهنية الحرة فى البلازما (عكس ما يحدث فى الثدييات) . **الجلوكاجون** Glucagon يسبب زيادة سكر الدم نتيجة تحلل جليكوجين الكبد Glycogenolysis وتخليق الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis ويتشابه الجلوكاجون مع الأنسولين فى تأثيرهما فى خفض مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما.

ب - الغدة الدرقية : Thyroid :

ينظم إنتاج هرموناتها (T3,T4) من خلال هرمون يفرز من النخامية ، وترتبط هرمونات الدرقية ببروتينات البلازما وتؤثر على **ميتابوليزم الكربوهيدرات** بتأثيرها على خفض جليكوجين الكبد من خلال تأثيرها على إنزيمات دورة البنتوزفوسفات والجلوكوجينك ، فتؤدى زيادتها إلى زيادة إنزيم السيتوكروم أوكيداز ونقص إنزيم جلوكوز - ٦ - فوسفات دى هيدروجيناز ، كما تؤدى إلى زيادة نشاط إنزيمات

الفوسفاتاز القاعدى والحامضى فى الكبد والحقن بالثيروكسين يخفض سكر الدم . كما تؤثر على **ميتابوليزم الدهون** ، فالحق بالثيروكسين يخفض مخزون الدهن الحشوى ودهن الكبد والدم ، بينما إزالة الدرقية بالإشعاع يؤدى إلى تخزين الدهون . والتغذية على هرمونات الدرقية بمعدل ٢٠ - ١٠٠ جزء / مليون يخفض دهن العضلات . إلا أن نتائج تأثير هذه الهرمونات تتوقف على الحالة الغذائية ودرجة حرارة البيئة وفترة الإضاءة والملوحة وحجم السمك . وتأثير الدرقية على **البروتين** ثنائى الأطوار، فإما أن يكون تأثيرها بنائياً للبروتين والأحماض النووية (بالجرعات المنخفضة أو الفسيولوجية) أو يكون تأثيرها هدمى للبروتين والأحماض النووية (بالجرعات العالية أو الفارما كولوجية) . والمعاملة بالثيروكسين تزيد إخراج الأمونيا على درجة الحرارة العالية فى بعض الأنواع. ويتوقف تأثير الهرمونات للدرقية على العمر كذلك ، وهى تشبه فى تأثيرها الثيويوراسيل.

جـ - المناسل : Gonads :

تفرز استرويدات الجنس ، **فالأندروجينات** تخفض الأزوت غير البروتينى فى السيرم ودهن العضلات . فالتغذية على الاندروجينات تزيد محتوى الكبد والكلى والعضلات من الحمض النووى RNA ومن البروتين . أما **الاستروجينات** فتزيد محتوى البلازما من الدهون والكوليسترول والبروتين والكالسيوم والفوسفور. وتختلف تأثير الاستروجينات على دهن الجسم باختلاف الجنس وفترة الإضاءة ودرجة الحرارة وتركيز الهرمون. ويزيد دهن الكبد كذلك بالمعاملة بالاستروجين مما يؤدى إلى زيادة دليل الكبد الجسمى hepato - somatic index (نسبة وزن الكبد من وزن الجسم الكلى) وإن انخفض محتواه من الجليكوجين. وتنشط الاستروجينات من إفراز الليبوبروتين الفوسفورى Vitellogenin من الكبد لتخزينه فى المبيض النامى ، كما تزيد من بروتين الكبد والحمض النووى RNA به.

د - النسيج بين الكلوى : Interrenal tissue :

تفرز **هرمونات القشرة** الاسترويدية Corticosteroids كالكورتيزول والكورتيزون والكورتيكوستيرون والألدوستيرون . وتؤدى هذه الهرمونات عند حقنها فى الأسماك إلى زيادة سكر الدم وجليكوجين الكبد مع نقص الوزن والطول . فيؤدى الكورتيزول إلى زيادة معدل الميتابوليزم وترانس اميناز الكبد وجليكوجين الكبد مع زيادة إخراج الأمونيا والبوتاسيوم ، وزيادة مستوى الكورتيزول وإطالة فترة استعماله تؤدى إلى زيادة تخليق الجلوكوز من البروتين مما يؤدى إلى ضمور العضلات وتوقف النمو.

هـ - نسيج الكرومافين : Chromaffin tissue :

ينتج الأدرينالين والنور أدرينالين فى منطقة الكلى أو الأورطى أو القلب . ويؤدى الأدرينالين إلى زيادة جلوكوز الدم كما يسحب جليكوجين الكبد والعضلات ويتحلل مخزون الأنسجة من الدهون. ويؤدى النور

أدرينالين إلى نفس التأثير لكن بشكل أبطأ.

و - النخامية : Pituitary :

لها تأثيرات مباشرة على الميتابوليزم ، فهرمون النمو يعمل من خلال تأثيره على معدل تخليق أو تكسير البروتين وسحب وأكسدة الدهون وتخليق وإفراز الأنسولين . فالحقن بهذا الهرمون يزيد احتجاز النيتروجين، ويخفض يوريا وبروتين البلازما، ويزيد بروتين الجسم وارتباط الأحماض الأمينية ببروتين العضلات الهيكلية ، ويخفض من دهون العضلات بينما يزيد الأحماض الدهنية الحرة بها فتستخدم الدهون كمصدر للطاقة وتوفر الأحماض الأمينية للنمو . كما يؤدى هذا الهرمون إلى حالة مؤقتة من البول السكرى. أما هرمون البرولاكتين فيعمل على زيادة تخزين الدهون وزيادة الأحماض الدهنية الحرة فى البلازما والعضلات . وهرمون ارجينين فازوتوسين يزيد حقنه من مستوى جلوكوز وأحماض دهنية حرة بالدم .

٣ - التحكم فى التغذية :

تتأثر عملية التغذية وتنظيمها بدور المخ فى سلوك التغذية ، ودور الجهاز العصبى الذاتى وهرمونات المعدة والأمعاء وهرمون النمو والهرمونات الاسترويدية وهرمونات الدرقية . فهرمون النمو وهرمون الثيروكسين يزيدان الشهية واستهلاك الغذاء ، والهيبوثالامس له دور فى الشهية كذلك كما يؤثر مستوى الجلوكوز والأحماض الأمينية فى الدم على استهلاك الغذاء .

٤ - التحكم الهرمونى فى تناسل الأسماك :

يتم تنظيم تناسل الأسماك من خلال وظائف المناسل التى تتحكم فيها بالتالى الغدة النخامية بهرموناتها شديدة التأثير على الغدد الجنسية ، خاصة هرمون LH الذى يرجع قيامه بدور كلا الهرمونين FSH, LH . كما تفرز الهيبوثالامس بدورها هرمونا يؤدى لانسياب هرمون الجسم الأصفر luteinising hormone releasing hormone (LH-RH) فى تيار الدم لإحداث التبويض.

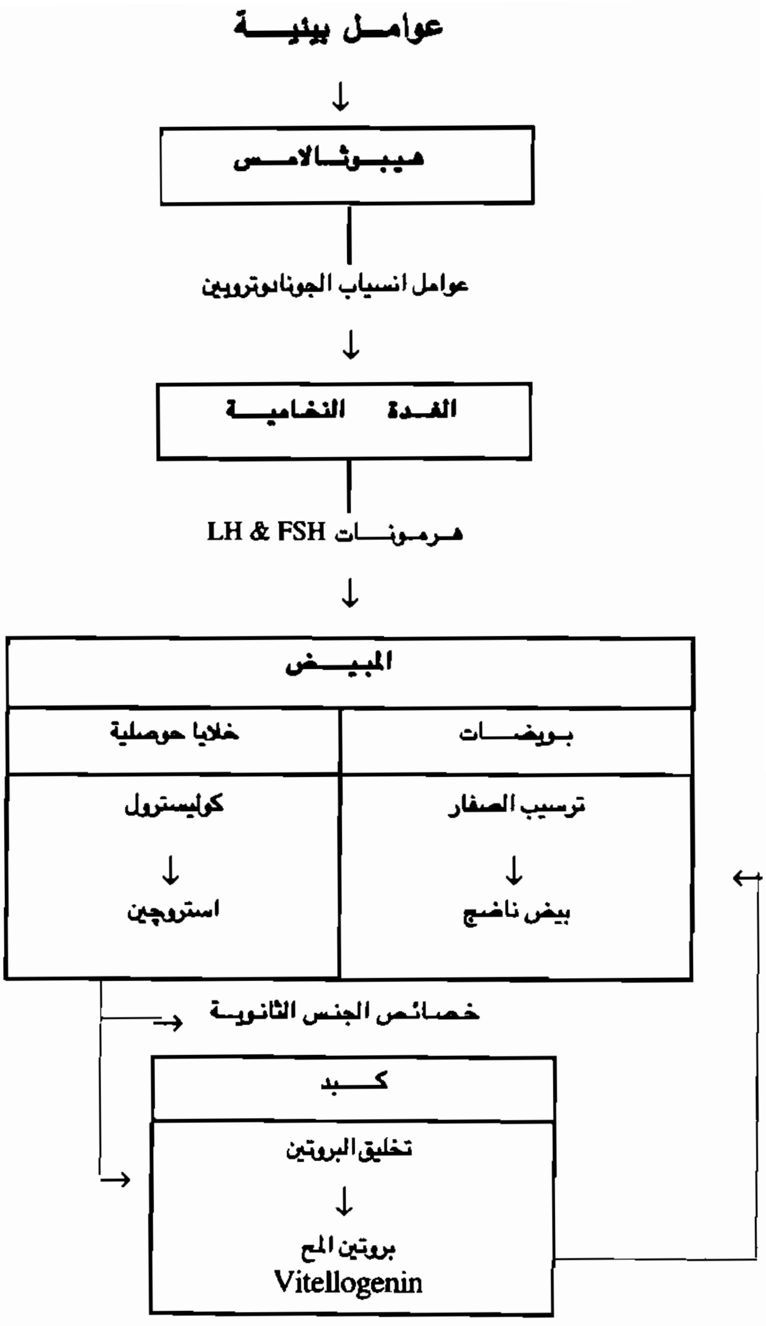
فتبدأ العملية تنبيه بيئى (درجة الحرارة ، طول النهار ، وغيرها) ، وتنتقل خلال جذع الهيبوثالامس - نخامية إلى حويصلات المبيض ، حيث تخلق الهرمونات الاستروجينية وتنساب إلى تيار الدم . وهذه الهرمونات تشتق من الكوليسترول بعملية الهيدركسلة hydroxylation تنبه الهرمونات الاستروجينية الكبد لتخليق بروتين صفار البيض Vitellogenin ، الذى ينتقل بواسطة الدم إلى البويضات لتمتصه بتحكم هرمونات تنشيط الجنس (الجونادوتروبين) . وتتضمن بروتينات صفار البيض Vitellogenin نوعين رئيسيين من البروتينات هما الفوسفيتينات phosvitins والليبوفيتللينات lipovitellins ، والتى تتحد داخل البيض لتكون حويصلات المح أو الصفار yolk vesicles ، التى تكون حوالى ٩٠ ٪ من كتلة بيض السمك.

وجدت تركيز عالية من حمض الاسكوربيك فى مبايض السمك ، وهذه التركيزات تختلف حسب الحالة الفسيولوجية (مما هو فى الثدييات) أو دورة التناسل كما لوحظت فى المبروك والقد (بكلا) . فقد لوحظ

ارتفاع تركيز الفيتامين خلال نمو المبيض ، يعقبها انخفاض فى آخر المراحل قبل التبويض . وهذه النتائج تتطابق مع المرحلة الأكثرنشاطاً لإنتاج استرويدات الجنس ، أى تعكس طلب محتمل لحمض الاسكوربيك فى تفاعلات الهيدركسلة المتطلبة لتخليق الستيرويدات في خلايا حويصلات المبيض.

ويشارك حمض الاسكوربيك فى تفاعلات بيو كيماوية عديدة فى الخلايا الحية وأحد مشاركاته الهامة فى الميتابوليزم ، هو عمله كعامل مساعد فى تفاعلات الهيدركسلة المنشطة إنزيمياء حيث تعمل الاسكوربات على حفظ ارتباط الحديد إنزيميا في حالة ثنائية التكافؤ . كما يشارك الفيتامين فى تفاعلات إنزيمية (oxygenases) كما نح donor للهيدروجين وللفيتامين دور كذلك فى التخليق الحيوى للاسترويدات الجنسية، ولوحظ فى التراوت فى أثناء تخليق بروتينات صفار البيض زيادة مستوى ١٧ - بيتا - استراديول فى السمك المغذى على كفاية من الفيتامين مقارنة بالسمك الذى يعانى نقصاً من هذا الفيتامين ، وبالتالى أدى ذلك لاختلاف مستويات الفيتالوجينيين فى الدم . ولما كان الكوليسترول حجر بناء الاسترويدات الجنسية ، فإن نقص كوليسترول الدم يلاحظ فى القراميط والتراوت فى أثناء مرحلة التكاثر والمرحلة النهائية فى تخليق بروتين الصفار بتأثير غير مباشر لحمض الاسكوربيك الذى يزيد بناء الاسترويدات الجنسية من الكوليسترول ، وإن زاد كوليسترول الدم فى إناث التراوت الناضجة بالتغذية الغنية بفيتامين (C).

فيؤدى الهرمون المنشط للغدد التناسلية إلى تنبيه المبيض لإفراز الاستروجين الذى يؤدى إلى تورد وتضخم الفتحة التناسلية ، وينشط الكبد لإفراز المح فى الدم والذى تلتهمه الحويصلات البيضية فيزيد حجمها وحجم المبيض. وتفرز هذه الحويصلات هرمون البروجسترون الذى يؤدى إلى اتجاه نواة الحويصلة إلى جدارها . ويؤدى إفراز البروستاجلاندين إلى انقباض العضلات اللاإرادية للحويصلات فتخرج البويضات إلى قناة المبيض (تبويض) . وفى الذكور يؤدى الهرمون المنشط للغدد التناسلية إلى إفراز التستسترون مسبباً انقسامات الخلايا الذكرية وظهور صفات الجنس الثانوية . أما هرمون الفاسوبرسين فيسبب القذف للحيوانات المنوية والسلوك فى أثناء التزاوج.



تصور مبسط للوقائع الأساسية فى فسيولوجيا الأسماك

فقد وجد أن حقن الأسماك بجرعات متدرجة من هرمون استراديول - ١٧ بيتا أدت إلى زيادة فيتللوجنين البلازما زيادة متدرجة مرتبطة بمستوى جرعة الهرمون ، ومرتبطة كذلك بمستويات الكالسيوم والمغنسيوم المرتبطة ببروتين البلازما . والحقن بالنخامية يؤدى كذلك إلى تبويض الأسماك (لإفراز مناسلها) وخفض المدة مابين كل مرتين وضع بيض وإن لم تزد عدد مرات وضع البيض فى السنة . كما استخدم لنفس الغرض الحقن بالجونادوتروبين الآدمى من المشيمة مع مستخلص نخامية المبروك ، أو الحقن بهرمون الجسم الأصفر النقى وبول النساء الحوامل أو بالاستيرويدات الجنسية واستيرويدات القشرة Cortical steroids . وقد يشار للكاروتينويدات فى الأسماك على أن لها تأثيراً هرمونياً على النمو والخصب والنضج الجنسى والتطور الجنينى ، فتعمل صبغات كانثاكسنثين Canthaxanthin واستكسانثين Astaxanthin كمنشاطت للحيوانات المنوية ، والتغذية على الكانثاكسنثين تؤدى إلى زيادة نسبة وضع البيض . وقد مكنت استخدامات الهرمونات من إحداث تناسل فى الأنواع التى لا تتناسل فى المزارع أو الأحواض بما يوفر عناء استمرار شراء أسماك صغيرة كل دورة .

فى بعض الأنواع كالبلطى تتكاثر الأسماك بسرعة وفى أحجام صغيرة مما يزيد المنافسة فى الأحواض ويقلل النمو الإنتاج لتوجيه جزء كبير من الطاقة لنمو المناسل بدلا من النمو الجسمى . ولحل هذه المشكلة إما بتثبيط نمو المناسل مباشرة أو بالتعقيم sterile أو بإنتاج عشيرة وحيدة الجنس لا تتكاثر. واستخدم التأثير المثبط لاستيرويدات الجنس خاصة الاستروجين وشبيهاته والتى لها تأثير سلبى على إفراز هرمون الجونادوتروبين فى النخامية . والاندروجينات لها تأثير دقيق كذلك ويعتمد على الجرعة والعمر ومدة المعاملة . وقد تأخر النضج الجنسى وتحسن النمو فى السالمون المعامل فى التغذية بجرعة ٢,٥ مجم ايثيل استرانول / كجم علف ويختفى أثر هذا المركب من العضلات فى ظرف ١٠ أيام . وفى التراوت المعامل بالميثيل تستوستيرون ١٠ مجم / كجم لمدة ٧٢ أسبوع أعطى ١٢٥ ٪ معدل نمو أكبر من المقارنة وتدهورت الخصى فى الذكور.

ومن المركبات المخلقة synthetic المثبطة للتناسل مركب ميثاليبور methallibure الذى يضاف إلى الماء فيؤدى امتصاص resorption مناسل البلطى وإعطائه عن طريق الفم oral administration أكثر تأثيراً عن إضافته فى الماء ، إذ تعطى نمواً أفضل وتأخر التبويض إذا وضع فى حوض لمدة ٤٠ يوما ، واستخدامه بتركيز منخفض مؤثر واقتصادى ويمكن استخدامه على مستوى الأحواض فى المزارع.

وإنتاج عشائر من جنس واحد يتم عن طريق كيماوى أو بالتهجين ، والتهجين يستخدم بكثرة خاصة بين البلطى ، إذ أن الخلط بين أنواع معينة ينتج فقس ١٠٠ ٪ ذكوراً ، يمتاز بسرعة معدل النمو أكثر عن أى من الآباء .

عكس الجنس sex reverse فى السمك أمكن الوصول إليه بالتغذية على الهرمونات الجنسية الاستيرويدية . فالتراوت المغذى على ١ مجم ميثيل تستوستيرون لكل كجم علف لمدة ٧ شهور بداية من بعد شهر من الفقس ينتج ذكور بنسبة ٨٧ ٪ ، وإذا بدأت المعاملة ٤ شهور بعد الفقس فلا تتميز النسبة

الجنسية عن المقارنة ، بينما الجرعات ١ أو ٥ مجم / كجم للأسماك الأكبر لمدة بسيطة تزيد النمو الجسمي ونمو المناسل . فالمعاملة بالاستروويدات يتوقف نجاحها على الجرعة ومدة المعاملة والعمر وجنس السمك ، فالجرعة اللازمة من ميثيل تستوستيرون لإنتاج ذكور فقط فى البلطى الموزامبيقى ١٠ - ٤٠ مجم / كجم علف وفى الزبرا ١ - ١٠٠ مجم / كجم تقدم بعد يومين . وأمكن قلب الجنس فى السالمون باستخدام ٢٠ مجم من ١٧ - بيتا اوستراديول / كجم عليقة لمدة ٣٠ يوما عقب الفقس مباشرة ، إلا أن النمو تدهور بشـــدة ، وقلب الجنس فى الذكور باستخدام ١٧ الفا ميثيل تستوستيرون بمعدل ٣ مجم / كجم فى أول ٩٠ يوما .

ورغم أن التهجين فى عديد من أنواع الحيوان يعطى نسلا عقيماً infertile offspring فإن هذا ليس الحال فى السمك غالباً .

الباب الثالث

بيئة الأسماك

علم البيئة Ecology

هو علم دراسة العلاقات المختلفة بين الكائنات الحية وبعضها من جهة ، وبينها وبين ما يحيطها من الأشياء الطبيعية غير الحية abiotic . إذ لا يوجد كائن حى يستقل عن بيئته ، وعليه فالبيئة تعنى الأنظمة البيولوجية biotic وكذا الطبيعية والكيماوية .

والنظام البيئي Ecosystem

عبارة عن أى مساحة أو منطقة من الطبيعة تتبادل فيها المواد بين الكائنات الحية والبيئة غير الحية مكونة نظاماً بيئياً . هذا رغم أنه من غير السهل عزل منطقة فى الطبيعة حتى لا تتأثر بجيرانها من المناطق . فالنظام البيئى تفاعل بين الجماعات communities المختلفة فى المواطن (البيئات المحلية) habitats مكونة بيئة ملائمة Niche. وتنقسم المناطق البيئية للمياة إلى :

١ – منطقة الرصيف القارىء shelf zone على عمق حوالى ٢٠٠م،

٢ – منطقة الانحدار العلوى upper slope zone بعمق حوالى ١٠٠٠م،

٣ – منطقة الانحدار السفلى lower slope zone بعمق حوالى ٣٠٠٠م،

٤ – منطقة الأعماق السحيقة abyssal zone بعمق حوالى ٩٠٠٠م،

٥ – منطقة الهيدال hadal zone أعمق من السابقة.

أى منطقة فوق بلاجية epipelagic حتى عمق ٢٠٠م ، ومنطقة وسط بلاجية mesopleagic حتى عمق ١٠٠٠م ، ومنطقة الأعماق البلاجية bathypelagic حتى عمق ٦٠٠٠ م، ومنطقة الهيدال البلاجية hadopelagic أعمق من ٦٠٠٠ م . فالحافة القارية عمقها حتى ٢٠٠م أما المنحدر القارىء فينحصر عمقه تدريجياً بين ٢٠٠ و ٢٠٠٠ م ، وبعد ذلك الأعماق السحيقة الأعمق من ٢٠٠٠م.

وعلم تأثير المناخ على الحياة phenology هو المهتم بدراسة التأثيرات الموسمية فى الطبيعة ، وتكرار الظواهر الطبيعية خاصة المتعلقة بالظروف الجوية ، ودراسة الكائنات وعلاقتها بالجو.

وبيئة environment السمك أو الوسط الذى يعيش فيه عبارة عن الماء بتوابعه بما يحتويه من كائنات حيه أخرى وعوامل طبيعية وكيماوية مختلفة تتأثر بالجو والظواهر الطبيعية المختلفة من مطر ورياح ودوران ومد وجزر وأمواج ، إضافة للتأثيرات البيئية الأخرى الناتجة من أنشطة الإنسان من زراعة وصناعة ومعيشة وما يصاحبها من فضلات ونواتج مؤثرة على الجو والماء وبالتالى الأسماك . فالمسطحات المائية تشكل حوالى ٨٠ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية ، وتشكل المياة المالحة حوالى ٩٧ ٪ من حجم الماء الكلى .أما المياة العذبة فتمثل حوالى ٣ ٪ .

فالماء من الأهمية بمكان أن ذكره الله فى قرآنه فمنه الحياه كلها : ﴿ وجعلنا من الماء كل شىء حى ﴾ - الأنبياء : ٣ - ﴿ وهو الذى أنزل من السماء ماء فأخرجنا به نبات كل شىء ﴾ - الأنعام : ٩٩ - وما أكثر الآيات القرآنية المصورة لأنعم الله التى نتحصل عليها من البحار والأنهار : ﴿ وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾ - النحل ١٤ ﴿ ويخرج منهما اللؤلؤ والمرجان ﴾ - الرحمن : ٢٢ - والأعجب أن الماء المالح يلتقى عند مصبات الأنهار بالماء العذب ولا يختلطان ﴿ وجعل بين البحرين حاجزاً ﴾ - النمل : ٦١ - ﴿ وما يستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون حلية تلبسونها ﴾ - فاطر : ١٢ - (مرج البحرين يلتقيان بينهما برزخ لا يبغيان ﴾ - الرحمن : ١٩ - ٢٠ - والأعظم من هذا وذاك هو أن شرف الله سبحانه وتعالى الماء بأن جعل عرشه على الماء بعد خلق السماوات والأرضين - ﴿ وكان عرشه على الماء ﴾ - هود : ٧ .

وللماء خواص مختلفة تتوقف على عوامل طبيعية (كثافة ، لزوجة ، لون ، توصيل كهربى ، درجة حرارة ، عكارة) ، وأخرى كيماوية (غازات ذائبة وأملاح معدنية) ، وفى الصفحات التالية نعرض لهذه العوامل .

الفصل الأول
الخواص الطبيعية للماء

أولاً : الكثافة :

أقل حجم للماء يكون على درجة حرارة ٤ °م ، وزيادة أو نقص درجة حرارتها عن ذلك يتبعه أنخفاض كثافة الماء لزيادة حجمه . كما تتوقف الكثافة كذلك على ملوحة الماء كما يوضح ذلك الجدول التالى :

الملوحة جزء/ألف	درجات الحرارة ° م				
	صفر	٥	١٠	٢٠	٣٠
صفر	*٠,٩٩٩٩	١,٠٠٠٠	٠,٩٩٩٧	٠,٩٩٩٢	٠,٩٩٥٧
١٥	١,٠١٢٠	١,٠١١٩	١,٠١١٤	١,٠٠٩٦	١,٠٠٦٩
٢٢	١,٠٢٠١	١,٠١٩٨	١,٠١٩٢	١,٠١٧٢	١,٠١٤٣
٣٥	١,٠٢٨١	١,٠٢٧٧	١,٠٢٧٠	١,٠٢٤٨	١,٠٢١٤

* كثافة الثلج على صفر° م وصفر ملوحة هى ٠,٩١٦٨ .

كما تتوقف كثافة المياة النقية على عمق الماء كذلك ، فعلى درجة حرارة صفر مئوى كانت كثافة الماء كالتالى :

العمق بالمتر	الكثافة
صفر	٠,٩٩٩٩
٢٥٠	١,٠٠٠٩
٥٠٠	١,٠٠٢٠
١٠٠٠	١,٠٠٤٢
٢٠٠٠	١,٠٠٨٤

وتزيد كثافة الماء عن كثافة الهواء حوالى ٨٠٠ (٧٧٥) مرة ، لأختلاف درجات الحرارة وكمية الأملاح المذابة . فيتغير الوزن النوعى للماء بتغير درجة الحرارة ويصل أقصاه عند الاقتراب من درجة ٤ °م.

ثانياً : اللزوجة :

تزيد لزوجة الماء بحوالى ١٠٠٠ مرة عن لزوجة الهواء ، وهذه تؤدى رلى تحورات الأحياء المائية لمواجهة مقاومة الماء ، لذا فالهائمات الدقيقة تظل عالقة أو سطحية للحصول على الضوء للتمثيل الضوئى. وتزداد اللزوجة بانخفاض درجة الحرارة للماء.

ثالثاً : اللون :

الماء النقى عديم اللون ، إلا أن الماء فى الأجسام المائية تعكس ألوانا نتيجة محتواها من المواد الذائبة والعالقة ونتيجة انعكاس لون السماء أو انكسار وانعكاس الألوان على سط الماء . ويستدل على طبيعة الماء من لونه كالتالى :

اللـــــون	مدلـــول اللـــــون
بنـــــى	زيادة نسبة المواد الدبالية.
بنى مخضر	زيادة نسبة المواد الدبالية إضافة إلى الهوائم.
أخضـــــر	زيادة نسبة الهوائم النباتية وبعض الطحالب.
أحـمـــــر	زيادة نسبة الأملاح لوجود أنواع من البكتيريا .
بنــى مزرق	وجود بعض أنواع الطحالب.

وأغلب الضوء الأحمر يمتص فى الخمسة أمتار العليا ، ويختفى اللون البرتقالى عند ١٥ م ، بينما ينفذ اللون الأخضر والأصفر إلى حوالى ٢٠ م ، وتختفى ألوان الطيف السبعة المعروفة على عمق ٢٠٠ م فأكثر، إذ يسود الظلام الشديد فى أعماق البحار ، إذ يختفى لون بعد الآخر بالأنتقال من عمق لآخر فصدق الله العظيم القائل فى محكم أياته ﴿ أو كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ظلمات بعضها فوق بعض إذا أخرج يده لم يكد يراها ﴾ – النور : ٤٠ . لذا تزدهر الكائنات النباتية فى أعماق أقل من ٣٠ – ٥٠ م تقريباً .

رابعاً : التوصيل الكهربي :

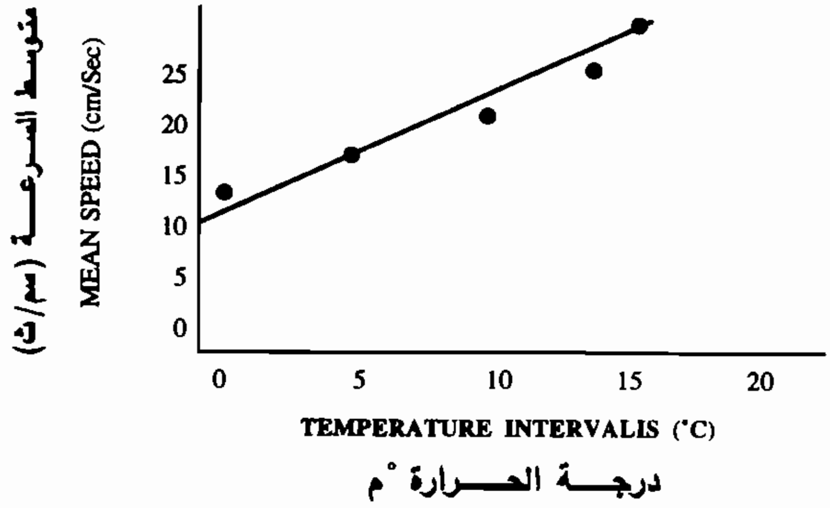
يزداد بوجود الأملاح ، إذ أن الجزيئات المذابة فى الماء تؤدى إلى خفض التوتر السطحى ، ويحدث التوتر السطحى نتيجة لقوة التماسك الداخلية بين الجزيئات . وهو مؤشر لنسبة الأملاح فى الماء.

خامساً : درجة الحرارة :

درجة حرارة الماء ترجع أهميتها إلى أن الأسماك من الكائنات متغيرة درجة حرارة الجسم بتغير

درجـة حـرارة الوسط المائى ، كمـا أن درجـة الحـرارة تؤثر على التنفس والنمـو والتكاثر وكل العـمليـات البيوكيماوية فى جسم السمك والكائنات الحية الأخرى المائية ، كما تؤثر على ذائبية الأوكسجين فى الماء . وتتغير درجة حرارة الماء طبقاً لزاوية سقوط أشعة الشمس وامتصاصها ، وبدرجة عكارة الماء ، وطبقا لدرجة حرارة الهواء الجوى الملامس للماء ، وطبقا لدرجة حرارة قاع الحوض، وعمق عمود الماء فى الحوض ومعدل البخر . ونظراً لرداءة التوصيل الحرارى للماء ، ولذلك يكون توزيع درجة الحرارة غير متجانس ، مما يجعل الطبقة العليا أكثر تعرضا للتغييرات الحرارية . وتتوقف تغييرات درجة حرارة الماء كذلك على ملوحته وعلى الظروف الجوية ومواسم السنة . ولكل نوع سمكي درجة حرارة (وضوء) مثلى لنموه وتكاثره . بل ولكل كائن حى بحرى كذلك احتياجات طاقة معينة فتغييرات درجة حرارة الماء تؤثر على نمو وانتشار هذه الكائنات الحية المائية المختلفة.

فأقصى نمو للقراميط على ٣٠°م ، وأيضـاً على مـدى ٢٦ - ٢٤°م يمكن الحصول على نتائج جيدة ، لذلك تجود تربية القراميط فى الظروف الاستوائية . بينما فرخ السمك البحرى فيعطى زيادة فى الوزن وكفاءة تحويل غذائى على ١٥ - ٢٠°م. ويزداد سمك الفرخ الأصفر فى سرعة عومه بزيادة درجة الحرارة فى مدى حتى ٢٠°م.



علاقة سرعة عوم سمك الفرخ الأصفر بدرجة حرارة الماء.

سادساً : العكـــارة :

تعبر عن نسبة (أو تركيز) المواد العالقة فى الماء والتى قد تسببها الأمطار والفيضانات بما تحمله معها من جزيئات معدنية ، أو قيام بعض أنواع الأسماك (كالمبروك) بتعكير الماء وكذلك فى موسم التناسل

ونشاط الأسماك ومطاردتها لبعض أو تنافسها على الفريسة فتؤدى إلى تقليب القاع وتعكير الماء. والعكارة تحول دون وصول ضوء الشمس إلى الكائنات النباتية الدقيقة (فيتوبلانكتون) فيقل الإنتاج الأولى ويقل تخليق الأوكسجين كذلك ، فيؤثر ذلك على نمو السمك وانتشار الأمراض الفطرية فى الماء الرائق (أقل من ٢٥ جزء / مليون عكارة) يعطى نموا قدره ١,٧ مرة قدر الماء العكر (١٠٠ جزء / مليون) ، والأحواض شبه الرائقة (٢٥ - ١٠٠ جزء / مليون) تعطى نموا سمكيا قدره ٥,٥ مرة قدر الأحواض العكرة . والعكارة (الطمى) تستخلص الأوكسجين كذلك من الماء فتركيز الأوكسجين فى الطمى ١٦ ضعف تركيزه فى نفس الحجم من الماء.

سابعاً : الدوران :

توجد تيارات currents دائمة فى الماء فى البحيرات الساكنة ، وتقوم التيارات بنقل الحرارة والمواد الذائبة والصلبة . وتنشأ التيارات المائية نتيجة قوى تستمد طاقتها من الشمس ، سواء بطريق مباشر أو غير مباشر . فيتغير حجم الماء السطحى بالتسخين والتبريد بالمطر والبخير ، كما يحدث المد نتيجة الجاذبية للشمس والقمر مما يؤدى إلى جذب الماء نحوها فى دورات يومية وقمرية lunar منتظمة ، بجانب الضغط الجوى المتغير عادة على السطح ، وكل هذه السبل المحركة للماء تتأثر بدوران الأرض . فالرياح هى القوة الأساسية المحركة للتيارات السطحية فى الماء . وتنتقل هذه التيارات من السطح إلى الماء الأعمق لكن بقوة أقل . وتتوقف شدة التيارات على قوة سرعة الرياح ، كما تؤثر حركة دوران الأرض على المياه المتحركة فتحرفها ، ويقل هذا الانحراف فى المياه الضحلة وبانخفاض سرعة الرياح . وباختلاف كثافة الماء (باختلاف درجة الحرارة والمطر والبخر) تتحرك المياة ، فينخفض الماء السطحى عندما تزداد كثافته عن الماء الأعمق فى أثناء تغييرات درجة الحرارة الموسمية ، ولكن التغيير تحت الماء السطحى فى درجة الحرارة يكون بطيئاً.

ويلعب المد والجزر على حركة الماء رأسياً فى حدود ١ - ٥ م تقريباً (ويلمسها من يعيش على الشواطىء) مسببة تيارات وقتية على الجرف القارى والمصبات ، وتيارات المد عادة أقوى من الحركات الأخرى ، ولا تتوقف سرعتها واتجاهها على ارتفاع وهبوط المد فقط بل أيضاً على عمق وتكوين القاع . وقد تبلغ تيارات المد ٥ م / ثانية (١٠ عقدة) فى بعض الأماكن الضيقة أو ٠,٥٠ م / ث عادة على الجرف القارى والمصبات. ومدى المد فى البحر المفتوح نادراً ما يزيد عن ١ م فى الارتفاع .

ثامناً : الموج :

الأمواج Waves تسببها الرياح وترتفع وتتسع الأمواج بشدة سرعة الرياح . والرياح تؤثر على الموج بشدة أعلى من تأثيرها على التيارات المائية التى عادة تبلغ فقط ١ - ٢ ٪ من سرعة الرياح. وسرعة الموج ترتبط بطول الموج ، فسرعته بالسنتيمتر / ثانية ١٢,٥ مرة تقريبا قدر الجذر التربيعى لطوله بالسنتيمتر . والأمواج ليست فقط على سطح البحر الذى نراه ، بل هناك أمواج عند كل طبقة من طبقات الماء أو عمق من أعماق الماء ﴿ أو كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ﴾ - النور : ٤٠ .

الفصل الثانى
الخواص الكيميائية للماء

أولاً الأوكسچين :

تقل ذائبية الغازات فى الماء بارتفاع درجة حرارته ، والأوكسجين أهم غازات الماء ، ومصادره عبارة عن الهواء (فزيادة حركة الماء تزيد ذائبية الغازات فى الماء) والكائنات الحية النباتية الدقيقة (نهاراً بالبناء الضوئى) والأمطار التى تذيب الغازات فى الماء فى أثناء سقوطها . والأوكسجين فى الماء يتزن مع أوكسجين الهواء فزيادته فى الماء تجعله يتسرب جزئياً إلى الهواء والعكس . وتتوقف ذائبيته فى الماء على درجة الحرارة والملوحة والارتفاع عن سطح البحر ، كما يتضح من الجداول التالية :

محتوى الماء من الأوكسجين (على درجات حرارة مختلفة وارتفاعات عن سطح البحر متباينة) مجم / لتر عند تشبعها بالهواء :

الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	درجة حرارة الماء ° م		
	١٠	١٥	٢٠
٢٥٠	١٠,٦	٩,٥	٨,٦
٥٠٠	١٠,٣	٩,٢	٨,٣

تركيز أوكسجين الماء (مجم / لتر) عند ٢٥°م

على ارتفاعات مختلفة من سطح البحر:

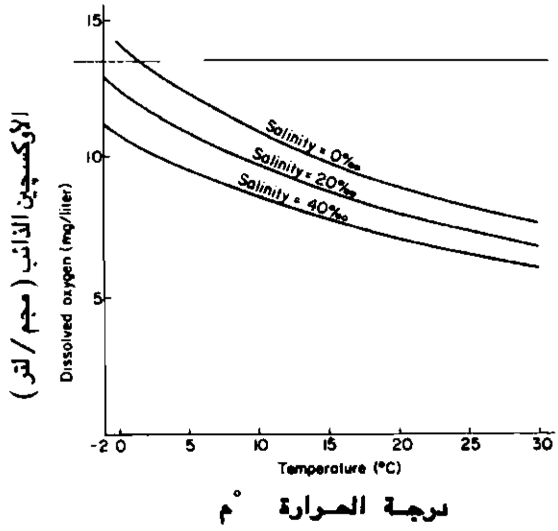
الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	تركيز الأوكسجين
صفر	٨,١
٥٠٠	٧,٩
١٠٠٠	٧,٤
١٥٠٠	٧,٠
٢٠٠٠	٦,٦
٢٥٠٠	٦,٢
٣٠٠٠	٥,٨

علاقة تركيز الأوكسجين المذاب في الماء النقي بدرجة حرارة الماء :

درجة الحرارة ° م	الأوكسجين الذائب	
	مجم / لتر	سم٣/لتر
صفر	١٤,٦	١٠,٢
٥	١٢,٨	٩,٠
١٠	١١,٣	٧,٩
١٥	١٠,٢	٧,١
٢٠	٩,٢	٦,٤
٢٥	٨,٤	٥,٩
٣٠	٧,٦	٥,٥

ذائبية الأوكسجين في الماء المالح (سم٣/لتر) :

درجة حرارة الماء °م	ملوحة الماء جزء / ألف		
	٢٧,١	٣٢,٥	٣٦,١
صفر	٨,٦	٨,٢	٨,٠
٥	٧,٦	٧,٣	٧,١
١٠	٦,٨	٦,٥	٦,٤
٢٠	٥,٦	٥,٤	٥,٣



ذائبية الأوكسجين (في اتزان مع الهواء المشبع بالماء على ضغط ٧٦٠ مم زئبق) على درجات حرارة مختلفة وملوحة متباينة.

ولا تتوقف ذائبية غاز على الغازات الأخرى المذابة فى الماء . وتبلغ معاملات نوبان الغازات فى الماء على ٣٨°م ٠,٠٢٣ للأوكسجين ، ٠,٥٤٥ لثانى أوكسيد الكربون ، ٠,٠١٣ للنيتروجين ، بينما تركيب غازات مياه البحر (كنسب مئوية من المحتوى الكلى على ١٠° م) هو ٣٤ ٪ أوكسجين ، ٦٣ ٪ نيتروجين ، ١,٦ ٪ ثانى أوكسيد كربون. ونظراً لقلة ذائبية الأوكسجين فى الماء فإن محتوى الماء من الأوكسجين أقل منه فى الهواء ، فنسبته فى الهواء ثابتة حوالى ٢١ ٪ (٢٠,٩) بينما فى الماء تتباين من العدم إلى ضعف التشبع أو أكثر (٠,٧ ٪ بالحجم ، أو ١٠ مجم / لتر) إذ أن الماء العذب يحتوى على ١٠,٢ سم٣/لتر على ١٠°م وتقل هذه الكمية بارتفاع درجة الحرارة وبالملوحة ، فالماء المالح (٣٠ جزء / ألف) على الصفر المئوى يحتوى ٨,٨ سم٣/لتر. وإذا كانت زيادة أوكسجين الهواء قد تضر بالحيوانات الأرضية فإن زيادته فى الماء لا تضر إلا الزريعة على الأكثر . وتتوقف ذائبيته من الهواء فى الماء على الضغط الجوى ودرجة الحرارة والملوحة ونسبته فى الهواء وكمية بخار الماء فى الهواء . ويعبر عن تركيز الأوكسجين كنسبة وزنية أونسبة حجمية أونسبة من التشبع ، وفى الماء العذب يُعبر عنه كنسبة وزنية أى أجزاء فى المليون أو مليجرام / لتر على ٤° م (حيث أعلى كثافة للماء) ، بينما فى الماد المالح يعبر عن تركيزه كمليجرامات فى اللتر على ٢٠°م ، وقد تستخدم النسبة المئوية من التشبع للتعبير عن تركيزه فى الماء المالح والعذب.

عوامل التحويل لحساب تركيزات الأوكسجين :

من	إلى		
	جزء/مليون أو مجم/ لتر	سم٣/لتر	مجم ذرات/ لتر
جزء/ مليون أو مجم/ لتر	١,٠	٠,٧	٠,٠٦٢٥
سم٣/لتر	١,٤٣	١,٠	٠,٠٨٩
مجم ذرات/ لتر	١٦,٠	١١,٢	١,٠

ويقل الأوكسجين بتنفس النباتات والحيوانات والبكتيريا على كل الأعماق ، وبالانتقال من الماء السطحى فوق المشبع إلى الهواء الجوى ، وأيضاً بالتفاعلات الكيماوية واستنفاذ المادة العضوية المتحللة لنسبة الأوكسجين. وبالانخفاض الشديد للأوكسجين الذائب فى أعماق الماء يحد ذلك من انتشار أنواع معينة من الكائنات الحية . وفى حالة عدم حركة الماء العميقة إلى السطح (كما فى الأحواض والبحر الأسود) فإن الماء العميق لا يحتوى أوكسجين لكن يحتوى كبريتيد هيدروجين.

وأوكسجين الماء لازم ومحدد لنمو الأسماك والكائنات المائية المختلفة ، فبنقص الأوكسجين (بزيادة الملوحة والحرارة والارتفاع عن سطح البحر) تزيد الاحتياجات الأوكسجينية للأسماك والكائنات الدقيقة

(مجهرية) من بلانكتون وبكتيريا فتزيد شدة تمثيلها الغذائي بارتفاع درجة الحرارة . وبانخفاض تركيز الأوكسجين يسوء النمو وتسوى الإستفادة الغذائية كما تزيد فرصة التعرض للأمراض . فبزيادة درجة الحرارة أو الارتفاع عن سطح البحر يجب خفض كثافة تخزين السمك كما لا ينبغى التغذية عند اشتداد درجة الحرارة ، إذ تسوء الاستفادة الغذائية ويرتفع استهلاك الغذاء مع ضعف النمو ، لكن لو تم إثراء الماء بالأوكسجين فيمكن زيادة كثافة التخزين فى الصيف مع تعظيم النمو . ويتم الإغناء بالأوكسجين عن طريق ضخ الهواء المضغوط خلال أنابيب مثقبة أو مفتوحة، أو عن طريق عمل موجات وتيارات ماء باستخدام ساقية أو نحلة ، أو بزيادة مسطح الماء المعرض للهواء عن طريق إسالة الماء لنزع غازاته (نيتروجين وثانى أكسيد الكربون) وإثرائه بالأوكسجين ، والمضخات التى ترفع الماء ليتناثر على سطح الحوض.

ويختلف تركيز الأوكسجين على مدار النهار فيكون أقصى تركيز له فى الغروب نتيجة التمثيل الضوئى طول النهار ، وأقل تركيز للأوكسجين يكون عند الفجر نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) المختلفة . ونقص الأوكسجين لا يضر فقط بالنمو بل يسبب أضراراً خلوية ونسيجية يصاحبها نقص أوكسجين الدم Hypoxia ، وأكثر الخلايا عرضة للمخاطر هى التى لها احتياجات عالية من الأوكسجين مثل خلايا القلب والكلى . ويحدث النفوق عند شدة سحب الأوكسجين أو نقصه Anoxia.

ولكل نوع من الأسماك احتياجات أوكسجينية ، فبعض الأسماك يحتمل نقص الأوكسجين عن البعض الآخر ، وعموما تنفق معظم الأسماك إذا انخفض الأوكسجين الذائب فى الماء إلى ٢ مجم / لتر . ويزيد الاستهلاك من الأوكسجين بزيادة نشاط السمك وزيادة معدل الميتابوليزم . وعموماً فأسماك المياة الباردة أكثر احتياجاً للأوكسجين عن اسماك المياة الدافئة ، فالبلطى أقل احتياجاً للأوكسجين عن المبروك والمبروك أقل احتياجاً عن السالمون .

ثانياً : ثاني أوكسيد الكربون :

يمكن احتمال زيادة تركيزه إلى ٣٠ جزء / مليون إذا توافر فى الماء أكسجين بكفاية ، لكن زيادة تركيزه فى المياه بدون ضخ هواء أو تقليب الماء وتهويته أو فى أثناء النقل للأسماك فى أكياس مغلقة فى وقت الحر يؤدى ذلك إلى التسمم والنفوق . وقد تحتمل بعض الأسماك (القراميط) حتى ١٤٠ جزء / مليون ثانى أوكسيد كربون مع وفرة ١٠ جزء/ مليون أوكسجين ذائب فى الماء .

فى بعض الحالات يزداد تشبع الماء بالغازات (ثاني أوكسيد كربون ، أزوت ، أوكسجين) إلى أعلى من ١١٠ ٪ فى بعض نظم الإنتاج المكثف المغلقة فتسبب مشاكل للأسماك عند وصول الغازات إلى المخ والقلب فتموت الأسماك .

ثالثاً : النيتروجين :

صور النيتروجين الثابتة كنيترات ونيتريت وأمونيا مركبات أساسية للحياة من كل الأنواع ، وتنشأ مشاكل بزيادة النيتروجين فى الماء إذ يترك النيتروجين (فى حالة زيادة تشبع الماء به) المحاليل داخل جسم

الكائنات المائية مكونا فقاقيع تظل فى الانسجة فترات طويلة . ويزيد تشبع المياه بالنيتروجين فى الماء الأرضى مما يلزم تهويته قبل رعاية السمك فيه ، كما أن مياه الشلالات والسدود تحمل هواء تحت ضغط إضافى ، وإحداث تدفئة للمياة تزيد تشبعه بالنيتروجين ويضر بالسمك . وتزيد الأمونيا بفعل البكتريا على مواد العلف الزائدة على حاجة الأسماك ، وكناتج ميتابوليزمى تخرجه الأسماك ، فلو زادت الأمونيا أدت إلى تسمم الأسماك ، لذا تراعى كثافة تخزين السمك المثلى ومعدل التغذية الأمثل مع تهوية الماء . والنيتريت سام للأسماك كذلك .

رابعاً : تركيز ايون الهيدروجين :

القيم المنحرفة عن مدى pH ٤,٥ - ١٠ تعيق نمو السمك ، لكنها نادرة الحدوث ، pH الماء العذب متغير ، بينما PH البحار المفتوحة يظل غالباً ما بين ٨,١ - ٨,٣ فى الطبقة السطحية ، وفى الأعماق منخفضة الأوكسجين يصل إلى pH ٧,٥ ، وفى الأحواض المحتوية على كبريتيد هيدروجين تنخفض القيم إلى PH ٧ ، فهو عامل غير محدد للكائنات ذات الأهمية التجارية فى البحار .

وتتأثر درجة حموضة الماء بوجود نباتات مائية مستهلكة لثانى أوكسيد الكربون ووجود مصادر تلوث أزوتى ، كما تتأثر بحموضة التربة ذاتها . ويمكن تنظيم درجة الحموضة بالتجيير .

خامساً : القلوية :

مقياس لكمية الكربونات والبيكربونات (القلويات) التى يمكن اتحادها مع الحامض ، أى مقياس للسعة التنظيمية أو الاتحادية الحامضية للماء . والقلوية المناسبة لنمو الأسماك فى مدى ٥٠ - ٢٠٠ جزء / مليون ، فارتفاعها مقياس لصلاحية الماء لنمو السمك . ويمكن زيادة القلوية بإضافة الجير .

سادساً : الملوحة :

تعرف بأنها إجمالى كمية المواد الصلبة بالجرام التى يحتويها كيلو جرام ماء بحر عند تحويل كل الكربونات إلى أوكسيد ، ويستبدل البروم واليود بالكلور وتتاكسد كل المادة العضوية تماماً . وماء البحر عبارة عن مخلوط ثابت النسب من الهالوجينات والكربونات وأملاح الكبريتات للصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم والاسترانشيوم مع كميات صغيرة من مواد أخرى واثار لعديد من العناصر الأخرى. ونظراً لثبات النسب بين المكونات الهامة للملوحة ، فإن الملوحة ، الكلية تقدر ببساطة بتقدير كمية الكلور (+ البروم) كأهم الأنيونات باستخدام المعادلة التالية : الملوحة (جزء / ألف) = ٠,٠٣ + ١,٨٠٦ (الكلورنيتى فى الألف ، كما يمكن التنبؤ بالملوحة عن طريق قياس التوصيل الكهربى لسهولته ولارتباطه بالملوحة بدقة.

وهذا التركيب الثابت من الأملاح لا يتواجد فى الماء العذب ولا فى الأحواض المغلقة كالبحر الميت وبحر قزوين وغيرها والتى قد تحتوى أساساً الكربونات والكبريتات والكلوريدات أو مخاليطها . ونسب الأملاح فى المصبات تتحور حسب ما يصرفه النهر من أملاح وحسب العمق والموقع ومستوى المد والفيضان . وتتباين ملوحة المحيطات المفتوحة ما بين ٣٣ - ٣٧ جزء فى الألف طبقا للاختلافات فى كميات البخر والأمطار ، بينما فى الأعماق يكون التباين بسيطاً ، ويرتبط بالعمق والموقع والموسم . وعموماً فالاختلافات فى المحيطات المفتوحة ليست ذات أهمية بيولوجية مباشرة .

محتوى ملوحة مياة البحر (جزء فى الألف) :

البحـــــــر	الملـوحـــــة
المحيط الأطلنطى الشمالى	٣٥
المحيط الأطلنطى الجنوبى	٣٧
بحر الشرق الجزء الغربى	٢٠
بحر الشرق الجزء الأوسط	٨
بحر الشرق الجزء الشرقى	٢ – ٨
البحر المتوسط الجزء الغربى	٣٧
البحر المتوسط الجزء الشرقى	٣٨
البحر الأسود	١٥ – ١٨
بحر قازوين	٣٠٠
المحيط الهندى	٣٤
البحر الأحمر	٤١

ويتركب ماء البحر من الأملاح التالية (كنسب مئوية منسوبة لملوحة ٣٥ جزء / ألف) :

ملح طعام ٧٧,٧

كلوريد مغنسيوم ١٠,٨

كبريتات مغنسيوم وبوتاسيوم وجبس ١٠,٨

كربونات كالسيوم ٠,٣

بروميد مغنسيوم ٠,٢

وقد تحتوى المياة الشاطئية فى الطقس الجاف على ملوحة أكبر مما فى المحيط المفتوح فالخليج الفارسى يحتوى على ملوحة ٦٠ – ١٠٠ جزء / ألف فى بعض المناطق (الأهوار lagoons) التى يتبخر منها الماء ولا يدخلها ماء البحر الا صدفة .

والماء العذب .fresh يحتوى على أقل من ١ جم / كجم جوامد ذائبة ، والماء الشروب brackish ملوحته لا تزيد عن ٥ جم / كجم ، والماء المالح marine ملوحته ٣٥ – ٤٠ جم / كجم . وبزيادة ملوحة الماء يزداد ضغطه الأسموزى . ولكل نوع سمك احتياجات ملوحة معينة ، فالبورى مثلا يتطلب ١٤,٥ جزء / ألف بينما

البلطى النيلى ٢٤ جزء/ ألف والبلطى الموز مبيقى ٣ جزء / ألف والبلطى الحسانى ١٨,٩ جزء / ألف والمبروك العادى ٩ جزء / ألف وهكذا .

ونقص الملوحة أو زيادتها يخفض من النمو فى الأسماك لارتباطها بالتنظيم الأسموزى للسمك ، واختلاف الملوحة مع انخفاض تركيز الأوكسجين يزيد من نقص الطاقة القابلة للاستفادة منها فى الصور الميتابوليزمية المختلفة ومنها النمو .

ومن الأملاح الضرورية فى الماء لفعالية النبات هى الحديد والمنجنيز والكبريت والسليكات وغيرها . فالحديد تتوقف صورته (حديدوز ، حديديك) على وفرة الأوكسجين فى الماء ، ففى حالة وفرة الأوكسجين يتكون هيدروكسيد حديديك يرسب إلى القاع إذا توافرت حموضة مناسبة (V pH) ، وبنقص الأوكسجين تتحول أملاح الحديديك إلى أملاح حديدوز وتذوب فى الماء . ويقل تركيز الحديد بزيادة عمق الماء ، إذ أن أعلى تركيز فى الطبقة المائية السطحية (ونفس الاتجاه ملاحظ أيضاً لكل من النحاس والزنك والرصاص والنيكل) . وتقل تركيزات الحديد بزيادة ملوحة المصب فالجرف القارى ، كذلك تقل تركيزات النحاس والزنك بزيادة الملوحة (عند المصب ثم الجرف القارى) . وقد ينعكس اتجاه الزيادة لكل من تركيزات الزنك والنحاس والنيكل والرصاص باختلاف العمق . وأملاح الأزوت هامة ومصدرها حامض النيتريك والأمونيا من الجو وكنواتج تحليل المادة العضوية ومن تثبيت البكتريا للنيتروجين . وهناك ارتباط بين دورتى النيتروجين والكبريت فى الرواسب ، البحرية ، فالكبريتيد الحر يعيق استهلاك أوكسيد النيتروز الناتج من النترته Nitrification ($NO3 \rightarrow NO2 \rightarrow N \rightarrow N2O$) وإزالة النترته Denitrification ($NO3 \rightarrow NO2 \rightarrow N \rightarrow N2O$) ويستهلك N2O بإزالة النترته ، وتستهلكه كذلك الكائنات القاعية ومجاميع من البكتيريا . ويؤثر الأوكسجين على دورة مركبات النيتروجين والحديد والمنجنيز والكبريتات ، فيحدد مثلا الأوكسجين من تفاعلات وسرعة تفاعلات ميتابوليزم دورة النيتروجين ، سواء باختزال النترات إلى أمونيا أو تحويل النترات إلى نيتروجين ، أو العكس أى إنتاج النترات فى الرواسب المائية ، كما يرتبط بشدة تركيز الحديد والمنجنيز الصلب بتركيزات الأوكسجين ، إذ تنخفض تركيزاتها بشدة فى الأعماق المنعدمة الأوكسجين ، كما ينخفض تركيز الحديد والمنجنيز الذائب فى وجود الأوكسجين ويبدأ فى الزيادة بنقص الأوكسجين . أما مركبات الفوسفات فتستطيع الطحالب والنباتات اختزالها لو زادت كمياتها فى الماء . والسليكات تكون جزءاً مهماً من هيكل الطحالب الذهبية (الدياتومات).

ويستطيع البورى أن ينمو بيضه المخصب على ملوحة ٥ – ٦٠ فى الألف بينما يحدث الفقس على ملوحة ١٠ – ٥٥ فى الألف وتحيا اليرقات على ١٠ – ٥٥ فى الألف ، ووجد المدى الأمثل للملوحة لتحضين البيض على ٢٢ – ٢٥°م هو ٣٠ – ٤٠ فى الألف ، وأفضلها ٣٥ فى الألف . ويتحمل البلطى النيلى تغيير ملوحة الماء من الماء العذب إلى ٦٠ ٪ ماء بحر ، وينفق نزفا بعد النقل المفاجىء إلى ٧٠ ٪ ماء بحر ، بينما زيادة الملوحة التدريجية تحتمل لحد ما . والبلطى الجليلى T.galilaea تنمو بنفس المعدل فى الماء العذب والماء المالح المخفف بماء عذب (١/١، ٣/١) خاصة للذكور بينما الإناث تنمو بنفس معدلها فى الماء العذب

و ٢٥ ٪ مـاء بحر . أمـا البلطى أوريا T.aurea فيحتمل حتى ١٠ فى الألف ملوحة (كلوريد صوديوم) ، كما تحتمل أسمـاك البلطى الراندللى أقل من ١٩ فى الألف وأنسـب ملـوحة ليرقات القـراميط أقـل من ١٣ فى الألف .

سابعاً : درجة العسر :

هى مقياس لتركيز أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ، فالماء العسر hard هو المحتوى على كثير من هذه الأيونات ، والماء اليسر soft هو المحتوى على القليل من هذه الأيونات . وأفضل نمو للأسمـاك على معدل عسر للماء ما بين ٥٠ - ٣٠٠ جزء / مليون . والعسر يرتبط كذلك بدرجة الحموضة والقلوية وكلها تؤثرعليها إضافة الجير (تجبير liming).

ثامناً : القلوية :

فى تعريفها الألمانى(SBV) Säurebindugsvermögen تعنى قلوية الميثيل البرتقالى Methyl orange alkalinity أو قدرة الارتباط بالحامض لوجود أملاح الكربونات والبيكربونات للقلويات (كالسيوم ومغنسيوم). وفى المياة العادية الطبيعية تعنى القلوية مكافىء بيكربونات الكالسيوم . وكلما كانت القلوية مرتفعة كان الأس الهيدروجينى أكثر ثباتا . وتزداد الإنتاجية مع ازدياد قيمة SBV إلى حد أقل من ٣,٥ درجة ، بينما انخفاضها لأقل من ٠,١ درجة تعنى الفقر جداً ، فالمياة العادية يجب أن تتوفر فيها درجة قلوية ٠,٣ - ١,٥ . وتتم السيطرة على القلوية بالتجبير.

الجزء الثانى

الأسس العملية
لإنتاج الأسماك ورعايتهـــا

الباب الأول
الاستــزراع السمــكى

الفصل الأول
مقدمة تاريخية
Historical Introduction

تمت ممارسة زراعة السمك في أحواض منذ عصر التوراة Biblical times ، وبعض الأساليب التي طورها الصينيون منذ أربعة الاف سنة ما زالت تستخدم حتى يومنا هذا .هذا وقد عرفت الحضارة الصينية كذلك التفريخ الصناعي للسمك في سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد. ولم يسجل الأسلوب الفنى لزراعة السمك تفصيلا حتى عام ٤٧٥ قبل الميلاد ، حيث سجلت حينئذ أول نبذة عن مزرعة المبروك العادى فى الصين، واستبطت بعد ذلك سلالات خاصة بها كالمبروك بأنواعه المختلفة والبلطي والبورى، ثم انتقلت تربية الأسماك فى البحيرات الصناعية (الأحواض) من الصين إلى اليابان (عن طريق كوريا فى عام ٢٢٠م) ، ويربى فيها البورى والثعبان والمبروك وغيرها .

وقد ارتبطت فى الصين زراعة السمك بإنتاج الحرير، حيث استخدمت شرانق دود الحرير وإخراجاتها Faeces فى تغذية السمك المستزرع. وزرعت الأسماك فى الأحواض فى الهند قبل ما يزيد عن ٢٠٠٠ عام، على أساس من الخبرة والمعرفة التقليدية عبر الأجيال خاصة فى منطقة البنغال.

وفى مصر، حيث النيل العظيم مصدر الخصب والذى كان يفيض على الوجهين القبلى والبحرى محولا الدلتا إلى أحواض سمكية ، مما جعل الفراعنة يعتمدون على السمك فى غذائهم، ولارتباط الإنسان المصرى القديم بالصيد والسمك، فقد اتخذ من السمك رموز كثيرة فى حياته. فقد أشارت الأسماك الحاضنة لبيضها فى فمها (بلطى) إلى الخصب وارتبطت بالخلق والإله آتوم Atum ، فالبلطى النيلى Sarotherodon niloticus كانت موضع ملاحظات مفصلة فى مصر منذ ٥ ألاف عام على لوحات الآثار المصرية، واعتبرت شيئا مقدسا يمثل الأمل فى البعث، وهناك رسوم بارزة ترجع تاريخها إلى ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد توضح رعاية البلطى فى أحواض ، وفى الإنجيل ما يشير إلى وجود أحواض السمك فى مصر فى أوائل الالف سنة الأولى قبل الميلاد. ويحفل كل من المتحف المصرى ومقابر الفراعنة وآثارهم وكذا المتحف البريطاني بالكثير من اللوحات التى تشير إلى الأسماك المصرية القديمة من بلطى وقرموط والبياض والبورى والفهقة والبنى والشلبة، والكثير من أدوات الصيد المصرية القديمة كالصنانير العظمية والحراب والأقواس والرماح وغزل وشبك سدة وسلال وطراحات. ولقد اتخذ الفراعنة من الأسماك تمائم وأحجبة لحماية حاملها من الغرق، كما أخذت أدوات التجميل أشكالا للأسماك ، وتفاعل الإنسان المصرى بالسمك كرمز للخير والخصب. وتشير لوحات الفراعنة فى سقارة إلى إزالة رأس سمك القرموط وتنظيفه ، وإعداد البطارخ من البورى ونزعه من الشبك، كذلك تشير رسومهم إلى أشكال لبيع الأسماك الطازجة والمملحة وطرق الصيد المتعددة. ولقد حرم الملك النوبى بى Py (الذى احتل مصر حوالى عام ٧٥٠ قبل الميلاد) دخول أى مصرى لقصره إذا كان اكلا

للأسماك، خاصة السمك البياض والبلطى والقرموط والبورى والفهقة والثعبان.

وفى أوربا استخدمت الزراعة السمكية فى عهد الامبراطورية الرومانية كنوع من الترف، وفى العصور الوسطى انتشرت مزارع السمك فى الأديرة لحفظ السمك حيا لحين استخدامه طازجا ولقد انتشرت أحواض الأسماك فى نهاية القرن الثامن فى النمسا، ثم انتشرت أحواض المبروك هناك وارتبطت ببناء المعابد وفى الغابات حيث تنتشر البرك.

أما الزراعة المائية Aquaculture الحديثة فترجع إلى عام ١٨٦٠ وما حولها ، إذ بدأت الدراسات العلمية لزراعة التراوت والسالمون فى بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية منذ ذلك الحين، وقد استمرت وازدهرت عملية تربية الأنواع السمكية المختلفة حتى وصلت حاليا إلى مايزيد عن ٣١٤ نوعا . وقامت هذه المزارع جميعها على التغذية الطبيعية فى الأحواض ، حتى منتصف القرن العشرين حيث بدأت أبحاث اسكندنافية وأمريكية على تغذية السمك على أعلاف مضغوطة pelleted مما أدى إلى تطوير إنتاج السالمون والتراوت وأخيرا (فى الولايات المتحدة) كذلك قرموط القناة. وقد شجع هذا النجاح مع أسماك الماء العذب على تطوير زراعة الأسماك البحرية والمحاريات والزراعة المكثفة للأنواع مرتفعة القيمة كالسالمون والقرموط والبلطى وسمك اللبن (فى المناطق الاستوائية). وتطرقت الزراعة المائية فى العقود الأخيرة من السنين إلى زراعة الجمبرى بأنواعه والمحار والطحالب والنباتات المائية.

فالتاريخ يدلل على أن زراعة السمك فرع قديم من رعاية الحيوان الذى عرفت أسسه الحالية من زمن بعيد، فاستخدمت زراعة السمك للتسلية والرياضة والهوايات أو للاستهلاك والتجارة ، وارتبطت بأنشطة أخرى كرعاية الجاموس والبقر والخنازير والبط والدجاج ودود الحرير وكلاب البحر وإنتاج الفراء والمحاصيل الزراعية والخضروات كمصادر إضافية للدخل فكلاب البحر Nutria مثلا تنظف الأحواض السمكية من النباتات كما يصنع من جلودها القبعات ، بينما مخلفاتها الحيوانية (بجانب مخلفات النباتات) تستخدم فى تسميد الأحواض وتغذيته، علاوة على أنها تخفض من تكاليف إنتاج السمك وفيها استغلال كفء للعمالة إذ يمكن أن يخصص عامل لكل ٢٠ هكتار فى المزارع الكبيرة.

ولقد دخلت مصر أسماك المبروك بداية من عام ١٩٣٤ من جزر الهند الشرقية بقصد استزراعها وانتشرت المزارع السمكية حديثا وتقوم بتربية البلطى والبورى بجانب المبروك..

الفصل الثانى

موقف الإنتاج السمكى

يعيش السمك فى الماء الذى تبلغ كميته حوالى ١.٤ بليون كيلو متر مكعب، ومن الماء ما هو مالح (ويشكل ٩٧ ٪ من جملة كمية الماء) ومن الماء ما هو عذب (٢.٥ ٪ فقط من إجمالى ماء العالم)، والقليل من الماء هو المتاح للإنسان. فمصدر الأسماك ينحصر فى مياة المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والمزارع السمكية.

ورغم أن السمك يشكل ١ ٪ من غذاء الإنسان، إلا أن ١٤٪ من البروتين الحيوانى المتحصل عليه الإنسان عبارة عن بروتين سمك. ويبلغ الإنتاج العالمى السنوى من الأسماك حوالى ٧٥ مليون طن ، لا يستخدم منه فى غذاء الإنسان المباشر سوى الثلثين، والثلث الآخر يوجه لصناعة مسحوق وزيت السمك أى فى تغذية الحيوان. وتساهم الدول النامية بحوالى ٤٨ ٪ من إجمالى صيد العالم. ويبلغ احتياج العالم عام ٢٠٠٠ من الأسماك حوالى ١٠٤ مليون طن. ويصل الفقد فى السمك من التلف بعد الصيد ١٠٪ بينما الفقد فى أثناء التجفيف والتخزين يصل ٢٥ ٪ .

وتستخلص من الأسماك (والحيوانات البحرية) المختلفة مواد عطرية (توابل) برائحة وطعم السمك، وهى مواد ذائبة فى الماء، وتستخدم فى تحسين طعم الحساء. وبدأت صناعة مسحوق وزيت السمك فى شمال أوربا وأمريكا الشمالية فى بداية القرن ١٩ نتيجة زيادة صيد أسماك الرنجة. واستخدام الزيت صناعيا فى دباغة الجلود وإنتاج الصابون والجليسرول وفى صناعة المارجرين، ومتبقياته استخدمت كسماد، ومع بداية القرن ٢٠ تم تجفيفه وطحنه كمسحوق سمك لتغذية الحيوان (دواجن - خنازير ـ أسماك) فمسحوق السمك عبارة عن المنتج الجاف المطحون بعد استخلاص الزيت كلية أو جزئيا من السمك أو مخلفاته. وعادة ٩٠ ٪ من مسحوق السمك ناتج من أنواع السمك الصناعى (ثعبان الرمل، سردين ، أنشوجة وغيرها) الذى لا يباع عادة للاستهلاك الآدمى، إما لأنها غير مقبولة الطعم أو لصغر حجمها وفسادها السريع مما يعيق تخزينها اقتصاديا وتداولها وتنظيفها.

كما ينتج من الأسماك كذلك مركزات بروتين السمك Fish Protein Concentrate بنوعية ، الأول يحتوى على أقل من ٠.٥ ٪ دهون والآخر يحتوى على أقل من ١٠٪ دهون، والأول مكلف لاستخلاص الدهون، والثانى طعمه سمكي لوجود الدهون وبالتخزين يأخذ طعما زنخا، وإنتاجهما كغذاء للإنسان يتطلب جودة السمك وإنتاجها تحت ظروف صحية سليمة. وتصنيع زيت ومسحوق السمك يمر بعمليات تشتمل على :

١ - التسخين (٩٥ ـ ١٠٠ °م) لتجميع البروتين وفصل الدهون والماء.

٢ – الضغط (أو الطرد المركزى) لإزالة جزء كبير من السوائل (تركيز).

٣ – فصل السائل إلى زيت وماء (وقد تهمل هذه الخطوة لانخفاض الدهن عن ٣٪).

٤ – تبخير الماء لتركيزه (ذائبات السمك) وهو غنى بالبروتين الذائب وغير الذائب وباقى الزيت ومعادن وفيتامينات وأمينات.

٥ – تجفيف المادة الصلبة (كسب مضغوط) والذائبات المضافة لإزالة الجزء الأعظم من الماء (على حرارة لا تزيد عن ٩٠ °م) لتكوين مسحوق ثابت به أقل من ١٢٪ رطوبة.

٦ – طحن المادة الجافة (١٠ – ١٠٠ mesh).

وناتج هذا التصنيع عادة ٢١٪ مسحوق سمك، ١١٪ زيت سمك، ٦٨٪ ماء، وتضاف مضادات الأكسدة مباشرة عقب التصنيع لثبات المسحوق، ثم يوزن فى عبوات ورقية عديدة الطبقات مبطنة بالبولى ايثلين لتقليل نفاذية الأوكسجين لتقليل فرصة الأكسدة.

وقد تحول الأسماك إلى أعلاف حيوانية فى صورة مسحوق جاف بعد معاملة السمك المعقم بإنزيمات (Papain) على ٥٥ °م لمدة ١.٥ ساعة ثم الترشيح والتجفيف والطحن. وقد يحول السمك إلى سيلاج باستخدام الأحماض العضوية أو المعدنية (٣.٥٪) والتخمر فى معزل عن الهواء، وقد يضاف إليها كربوهيدارت (دقيق أو مولاس ٢٠٪ مثلا) وبكتيريا حمض اللاكتيك.

ومن أكثر الدول إنتاجا وإستهلاكا للأسماك المجففة (كغذاء أدمى) هى دول اسيا كتيوان وتيلاند وأندونيسيا وماليزيا والهند وسيريلانكا وغيرها، وفيها يتم تجفيف السمك شمسيا أو صناعيا (باستخدام مخلفات زراعية كقش الأرز وقشر جوز الهند وغيرها للتجفيف). وتصل نسبة التالف من هذه الأسماك فى أول ٥٠ يوم تخزين للسمك المجفف ٣٠ ـ ٥٠ ٪ وذلك بفعل الحشرات والتلف البكترى والفطرى والعفنى والتزنخى والتحلل الذاتى وغير ذلك مما يتوقف على درجة الحرارة والنشاط المائى Water activity ويتباين محصول السمك من البحيرات والأنهار وشواطىء البحار كثيرا ما بين ٠.١ إلى ٣٠ طن / كم٢ / سنة (أى من ٠.٤٢ إلى ١٢٦ كجم / فدان / سنة) ، وأقصى صيد يقع فى المدى ١ ـ ١٠ طن / كجم٢ / سنة (أى من ٤.٢ إلى ٤٢ كجم / فدان / سنة) ، لكن الصيد من المصبات والأحواض أعلى كثيرا (حتى ١٢٠ طن / كم٢ / سنة بدون تغذية إضافية) ، والمحصول من المحيطات المفتوحة أقل كثيرا (٠.٠٠٢ ـ ٠.٠٠٥ طن / كم٢ / سنة). وزيادة محصول السمك من مصبات الأنهار والأحواض يرجع لزيادة دخول المواد العضوية بما يزيد الإنتاج الأولى (المتطلب لتغذية الأسماك) ، بينما ينخفض محصول المحيطات العميقة لطول السلسلة الغذائية بينما إنتاج المياه العذبة فى المجار الطبيعية فمختلف على مستوى العالم أيضا ويتراوح ما بين ٠.٧ ـ ٣٢ كجم / فدان / سنة وهو فى البرك ٧٠ – ٨٠٠ كجم / فدان / سنة ، وفى مزارع الأرز ٥٤ ـ ٣٠٠ كجم / فدان / سنة . وقد تمكنت اليابان من إنتاج حتى ٨٠٠ كجم / فدان / موسم باتباع وسائل التغذية الصناعية، وايضا فى مزرعة العباسة بالشرقية أمكن الوصول إلى انتاج ٧٥٠ كجم سمك/

فدان وهى إنتاجية مرتفعة جدا لكن تفوقت عليها مزارع السرو التى وصلت إلى ١٥٠٠ كجم / فدان وذلك بالتغذيــة الصناعيــة فى تربية خليطة (قراميط وبلطى ومبروك).

وعلى أى الأحوال فلا يوجد مؤشر واحد (بما فيها الإنتاجية الأولية) يمكن من التنبؤ بالإنتاج الدقيق من السمك ، لذلك فتكرار التقدير للمحصول يجب تجريبه على الطبيعة اعترافا بأهمية الصيد فى تقدير الإنتاج الفعلى كما يعطى انطباعا خاصا عن كيفية تركيب عشائر الأسماك وما يحدثه نشاط الإنسان فيها.

والإنتاج السمكى يكون من الماء المفتوح (محيطات ، بحار) والماء الداخلى (بحيرات، أنهار، مزارع)، وإنتاج السمك من المياه الداخلية هو معظم الإنتاج . فإنتاج بعض القارات لبعض أنواع الأسماك من المياه الداخليه يوضحه الجدول التالى (إنتاج عام ١٩٨٥ عن FAO ١٩٨٧)

نـوع السمـك	الإنتـاج بالطـن		
	إفريقيا	آسيا	أوربا
مبروك عادى	٣٠٢	٧٣٩٧١	٩٧٢٢٠
بلطى نيلـى	٧٥٧٣	—	—
ثعبان السمك	١٠٠	٤١٢٠٠	٣٩١٠
قشر بياض	١٧١٢٩٨	—	—
بـورى	٢٨٠	—	—
إجمالـى	١٤٦٠٢٥٦	—	—

والإنتاج السمكى من المياة الداخلية لبعض البلدان العربية مقارنة بإنتاجية بلدان أخرى ، على مدى سنوات ٧٦ ـ ١٩٨٥ بالطن سنويا يمثله الجدول التالى (عن FAO ١٩٨٧) :

البلد / السنة	١٩٧٦	١٩٧٩	١٩٨٢	١٩٨٥
ج.م.ع	٧٢٢٧٦	١٠٠٠٠٠	١١٢٦١٤	١١٢٣٣٦
السودان	٢٣٩٠٠	٢٧٨٢٠	٢٨٦٦٠	٢٥٨٨١
العراق	١٩٠٠٠	١٧٥٠٠	١٧٠٠٠	١٦٠٠٠
سوريا	١٩٧٥	٢٦٩٣	٢٩٤٠	٤٠٠٠
نيجيريا	٢٤٠٨٢٣	٢٥٩٦٣٢	١٨٨٥٤٩	٨٧٣٨٢
البرازيل	١٤٤٨٢٩	١٢٦٧٠١	٢٠٧٩١٩	٢١١٥٠٢

إسرائيل	١٥٦٠٠	١٤٨٥٠	١٣٤٨٥	١٣٥٠٠
اليابان	٢٠٠١٢١	٢٣٢٣٨٠	٢٢١٤٣٧	٢٠٥١٦٤
الفلبين	٢٦٨٤٦٥	٣٤٢٩٦٩	٥٢٨٦٧٣	٥٣٤٠٩٨

كما يصور الجدول التالى إجمالى إنتاج الأسماك (بما فيها القشريات والمحار) البحرية بالطن للأعوام ٨٢ – ١٩٨٥ (عن FAO ١٩٨٧) :

البلد / السنة	١٩٨٣	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥
ج.م.ع	١٣٧٢٠٨	١٣٨٧٨٢	١٣٨٧٨٢	١٣٨٧٨٢
ليبيا	٧٤٢٥	٧٥٠٠	٧٨٠٠	٧٨٠٠
الجزائر	٦٤٥٠٠	٦٥٠٠٠	٦٥٥٠٠	٦٦٠٠٠
المغرب	٣٦٣٦١٣	٤٥٣٨٨٥	٤٦٧٤٥٠	٤٧٣٠٥٦
تونس	٦٢٨٣٧	٦٧١٢٩	٧٤٩٣٦	٨٨٨٩٣
السودان	٢٩٧١٠	٢٩٥٠٠	٢٧٠٠٠	٢٦٢٩٠
الصومال	٨٧٣٠	١١١٩٥	١٩٦٣٩	١٦٤٦٧
الكويت	٤٤٩٧	٤٠٩٠	٤٥٦٨	٥٢٣٤
العراق	٢٤٠٠٠	٢٢٥٠٠	٢١٠٠٠	٢١٥٠٠
لبنان	١٥٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٥٠٠
البحرين	٥٥٩٤	٤٨١٢	٥٥٩٩	٧٧٦٣
السعودية	٣٣٠٠٠	٣٦٠٠٠	٤٠٠٠٠	٤٣٦٩٦
قطر	٢٣٣١	٢١١٤	٢١٧٣	٢٤٨٤
سوريا	٤٠٦٣	٤٤١٠	٥٣٤٢	٥٠٠٠
الإمارات	٧٠٠٧٥	٧٣١١٥	٧٣١١٥	٧٢٣٨٠
اليابان	١٠٨٢٦٦٠٠	١١٢٥٤٧٨٦	١٢٠٢١٠٧٤	١١٤٤٣٧٠٢
الصين	٤٩٢٦٦٨٣	٥٢١٣٢٦١	٥٩٢٦٧٩٣	٦٧٧٨٨١٩
تايلاند	٢١٢٠١٣٣	٢٢٦٠٠٢٤	٢١٣٤٨٤٦	٢١٢٣٦٠٠
إسرائيل	٢٣٦٧٩	٢٢٤٠٢	٢٢٩٥٣	٢٠٩٥٩
الدانيمارك	١٩٢٦٦٠٢	١٨٦٢٥٨١	١٨٤٦٤١١	١٦٩٦٢٥٣
النرويج	٢٥٠٠٥٨١	٢٨٣٥٨٣٦	٢٤٦٥٩٧٣	٢١٠٦٧٩٦

فيبلغ نصيب الفرد سنويا فى العالم ١٣ كجم سمك كمتوسط عام، بينما الحد الأقصى ٣٣ كجم (فى اليابان). ونصيب الفرد المصرى فى المتوسط بلغ عام ١٩٨٨ حوالى ٥ كجم سمك سنويا، فقد بلغ الإنتاج الكلى فى مصر عام ١٩٨٨ حوالى ٢٥٠ الف طن (منها ٤٠ الف طن من المزارع).

وقد أخذ معدل الإكتفاء الذاتى من الأسماك فى مصر يتضاءل من ٩٤٪ عام ١٩٦٠ إلى ٧٠٪ عام ١٩٧٥ ثم ٥٥٪ عام ١٩٨٠ وهكذا فقد كان إنتاج عام ١٩٨٥ أقل من ١٤٠ ألف طن، بينما قدرت الاحتياجات لنفس العام بربع مليون طن، أى كان الإنتاج يمثل ٥٥٪ من الأحتياجات السمكية عام ١٩٨٥.

وإنتاج مصر يمثل حوالى ١٣٪ من الإنتاج العربى وحوالى ٠.١٤٪ من إنتاج العالم، ومعظم إنتاج مصر (حوالى ٧٣٪ من جملة الإنتاج) من المياة الداخلية (البحيرات الشمالية، والنيل بفروعه والمزارع السمكية) والباقى من البحرين المتوسط والأحمر بشواطئهما الممتدة لأكثر من ٢٠٠٠ كم. وتبلغ مساحة الرصيف القارى (المساحة من خط الساحل وحتى خط عمق ٢٠٠م وهى مركز نشاط الصيد) أمام السواحل المصرية على البحرين المتوسط والأحمر أكثر من ١١ مليون فدان، إلا أن المساحة المستغلة للصيد لا تتعدى ٤٪ من المساحة الكلية. ويعوض نقص الاستغلال لمياه البحرين بالصيد من المياه الداخلية والاستيراد الذى شكل حوالى ٧٪ من الناتج المحلى عام ١٩٦٥ وارتفع إلى حوالى ٢٨٪ من إنتاج السمك المحلى عام ١٩٧٥ ثم حوالى ٣٣٪ عام ١٩٨٥ لمواجهة احتياجات الكثافة السكانية المتزايدة.

وبوجة عام لا يوجد حصر شامل دقيق للمحصول السمكى لاعتماده على بيانات الصيد التى فى معظم الأحيان تعتمد على التخمين والتقدير التقريبى ، فيما عدا إحصائيات بحيرة المنزلة ومصايد السويس (لحد ما) ، وعادة تفلت من الرقابة الحكومية كميات كبيرة من المحصول .

وتبلغ جملة المصايد المائية المصرية ١٣.٤ مليون فدان (منها ٦.٨ مليون فدان فى البحر المتوسط، ٤.٤ مليون فدان فى البحر الأحمر، ٢.٢ مليون فدان عبارة عن البحيرات الشمالية وبحيرة السد العالى ونهر النيل وفروعة). ويمدنا البحران الأحمر والمتوسط بخمسين ألف طن سمك سنويا (٢٠٪ من الإنتاج الكلى) بينما المياه الداخلية (٢.٢ مليون فدان) فتمدنا بمقدار ٨٠٪ من الإنتاج الكلى (البحيرات وحدها نحصل منها على ٦٠٪ من إجمالى الصيد) فيصل إجمالى إنتاجنا من الأسماك حوالى ٣٦٠ ألف طن سنويا (إحصاء ١٩٩٢)، أى أن نصيب الفرد فى السنة ارتفع إلى حوالى ٦كجم سمك (بينما فى اليابان ٥٠ كجم وفى سلطنة عمان ٣٥ كجم وفى أوربا ٢٠ كجم للفرد فى السنة). ورغم ذلك مازال متوسط نصيب الفرد فى مصر من البروتين الحيوانى اليومى دون المتوسط الموصى به عالميا (٣٠ جم)، إذ يتحصل فقط على ١٢.٩ جم / يوم (٦.٦ بروتين لحوم + ٤.٠ جم بروتين لبن ومنتجاته + ٠.٧ جم بروتين بيض + ١.٦ جم بروتين سمك وأغنية بحرية) طبقا لتقرير منظمة الأغذية والزراعة FAO عام ١٩٩١

أسباب تدهور الموقف الإنتاجى السمكى :

كما أتضح من الموقف الإنتاجى السمكى فنصيب الفرد فى مصر فى المتوسط يتروح ما بين ٥ و ٦

كجم (لاختلاف مصادر بيانات الإحصاء وطرقه) وهو على أى حال منخفض جدا دون متوسط استهلاك الفرد العالمى ودون متوسط استهلاك الفرد فى كثير من الدول العربية. ويرجع ذلك لضعف المحصول السمكى بالنسبة لتعداد السكان المتزايد باضطراد. ويرجع انخفاض المحصول السمكى لعديد من السياسات الحكومية والفردية ونوجز هذه الأسباب فما يلى :

أولاً : عدم توازن أسطول الصيد الآلى وعدم توافر أدوات الصيد بالقطاع العام مما يجعل تجارتها حكرا على بعض أفراد القطاع الخاص، وغير مسموح للجمعيات التعاونية بشرائها من القطاع الخاص. وإن زاد حجم الأسطول فى السنوات الأخيرة بدون تخطيط ، إذ زادت عدد مراكب الصيد رغم شبه نضوب الثروة السمكية البحرية للصيد الشاطئى الجائر، فلم تجد هذه المراكب ما تصيده فيتجه البحارة بمراكبهم إلى المياه الإقليمية لدول مجاورة لا توجد بيننا وبينهم اتفاقيات صيد مما يضطر هذه الدول إلى القبض على هؤلاء الصيادين المصريين بمراكبهم . وقدرة مراكب الصيد المستخدمة حديثا ٢٠٠ ـ ٣٠٠ حصان وهى أقوى من المستخدمة سابقا (٢٠ ـ ٣٠ حصانا) وبالتالى لا تناسب مصدر الأسماك والمخزون السمكى المصرى وهذا ما يجعل المراكب تهرب لمواقع أغنى من الشواطىء المصرية . كما تصيد هذه المراكب الأسماك من مناطق هجرتها نتيجة التغييرات الجوية، مما يؤثر على المخزون السمكى ويفقرة . وقد بلغ عدد مراكب الصيد فى مصر حوالى ٣٨٠٠ مركب معظمها مملوك لأفراد ليسوا بصيادين أساسا، وتعتبر هذه المراكب عالة على أصحابها لاحتراق (نضوب) شواطئنا . ويعمل على هذه المراكب حوالى مليون صياد. وحتى لايظل الصيادون عالة على أصحاب المراكب اضطر البعض إلى بيع بعض هذه المراكب إلى دول شقيقة سواحلها مازالت بكرا كالسعودية وليبيا وغيرها ويعمل عليها صيادوها فى هذه الشواطىء السعودية والليبية.

ثانياً : عدم الاستغلال الكامل لسواحلنا البحرية وقصر عمليات الصيد على المياه الإقليمة والقريبة من الساحل، فالمستغل على البحر المتوسط فقط حوالى ٣٠٠ كم (من ٩٠٠ كم) من بورسعيد إلى الاسكندرية، وعلى البحر الأحمر أيضا عدة مواقع قليلة، وإجمالى المستغل من مساحة شواطىء البحرين المتوسط والأحمر لا يتعدى ٤ ٪ من إجمالى مساحة الرصيف القارى حتى عمق ٢٠٠م من الساحل.

ثالثا : اتجاه الحكومة إلى تجفيف مساحات كبيرة من البحيرات الشمالية (كالمنزلة والبرلس) للتوسع الزراعى النباتى والتوسع العمرانى والحضرى للمحافظات المطلة على هذه البحيرات فتجفف شواطئها وحتى فى عرضها تقام الطرق (كطريق دمياط ـ بورسعيد ودمياط ـ الإسماعيلية على بحيرة المنزلة) مما يقلص المساحة المائية ويقضى على كثير من الأسماك لتغيير خواص المياه لما يحدثه العمران (طوب ـ ردم – أسمنت ـ حديد ـ وغيرها) والمنشآت المقامة فى البحيرات. وحتى على البحار حيث أقيمت القرى السياحية العشوائية واستغلت مساحات من الماء وردمتها لتوسيع نفوذها وحدودها فى عمق المياه، فى غيبة من الضمير، وفى ظل ضياع المسئولية وتخبط الإدارات والسياسات وكذلك مراعاة لمصالح ذوى النفوذ من أصحاب هذه المشاريع الاستثمارية . وللأسف فالمجالس القومية المتخصصة أوصت فى دراستها بتجفيف

مساحات كبيرة جدا من البحيرات الشمالية، وثبت عدم جدوى التجفيف فلا الجزء المجفف تم استزراعه نباتياً(وحتى ما استزرع نباتيا من الجزء المجفف كان عائده المادى أقل كثيرا (١٤٪) عن العائد المادى من زراعة السمك (١٩ ـ ٥٠٪) كعائد على رأس المال) ولا الصيادون تم تحويلهم إلى فلاحين يزرعون النباتات، كما أن التجفيف ينجم عنه ظواهر طبيعية تضر بالدلتا، إذا أن تواجد البحيرات يعمل على التوازن بينها.

رابعاً : مافيا المزارع السمكية المقامة فى البحيرات (كالمنزلة والبرلس) نتيجة الترسيبات عند البواغيز مما أدى لإغلاقها وارتفاع عنوية الماء لعدم دخول المياه المالحة من البحار مما يؤدى إلى زيادة انتشار البوص الذى يغطى معظم البحيرة، ويسهل لذوى السطوة والنفوذ والمصالح المشتركة من إقامة مزارع داخل غابات البوص والجزر الناتجة، ويمنعون الصيادين الآخرين من الصيد حول مستعمراتهم والتى قد ينشرون الجوابى حولها لصيد السمك وتجميعه ، كما يقومون بصيد الزريعة وإعادة بيعها للمزارع السمكية بأسعار فلكية وبهذا يقضون على الثروة السمكية بالبحيرات، كما يقومون بصيد الجمبرى والحنشان بطرق غير شرعية تؤدى إلى استنزاف الثروة السمكية كاملة. هذا علاوة على الحوش (على شواطىء البحيرات) والعلاوى والتى تستغل كمزارع شخصية فى البحيرات مستنزفة للثروة السمكية كملكية عامة للشعب.

خامساً : كثرة وتعدد جهات الإشراف على الصيد ، كوزارات الحكم المحلى والتموين والزراعة والرى والتعمير والحربية والداخلية ، إذا أن كل وزارة لها دور فى الإشراف وتنظيم أو إعاقة نشاط الصيد . وقد أدى هذا التعدد فى الإشراف إلى تضارب الاختصاصات ، انعكست فى شكل انخفاض فى إنتاج الأسماك كما حدث مثلا فى بحيرة قارون التى انخفض إنتاجها إلى الثمن (١/٨) ونفس الشىء حدث فى بحيرة السد العالى (ثانى أكبر بحيرة عذبة فى العالم) إذا انخفض إنتاجها السمكى السنوى من ١٠٠ ألف طن إلى ١٥ ألف طن بعد أن أصابها الإهمال وتعقيدات الروتين ومشاكل الصيادين.

سادساً : إقامة السدود والقناطر مما أعاق حركة الأسماك المتجهة إلى أعالى البحار وخاصة الأسماك المهاجرة والصغيرة، وأفسد ذلك أيضا من بيئة السمك (تغيير درجة الملوحة وزيادة العكارة ووجود رواسب وتغيير سرعة المياه) فيقلل بالتالى من حيز معيشة السمك وحيز الصيد وقدرة الصيد، وانخفض بالتالى المحصول السمكى لتغييرات المياه المؤثرة على كائناتها الحية المختلفة (غذاء الأسماك) . فقد أدى إقامة السد العالى إلى خفض معنوى فى الثروة السمكية عند المصب (وإن كان ما يصاد من بحيرة السد قد يعوض الفقد الحادث فى الصيد من مصب النهر) . كما أدى انحسار ماء الفيضان عن وصوله لماء البحر المتوسط إلى فقر المادة العضوية والمعدنية (التى كان يحملها ماء الفيضان) فى البحر مما قضى على محصول السردين الذى كان يقدر بحوالى ١٨ الف طن سنويا.

سابعاً : التلوث المائى متعدد المصادر وناشىء عن الأنشطة المختلفة للإنسان ، مما يفسد موطن الأحياء المائيه، ويقضى على الكائنات التى تتغذى عليها الأسماك، كما تقضى على الأسماك ذاتها، فالتلوث زراعي (مياه الصرف بما تحمله من مبيدات وأسمدة) وصناعى (حرارى وكيماوى وإشعاعى) وحضرى

(مجارى بما تحمله من مخلفات الإنسان وما تحمله من مسببات أمراض ومواد عضوية ومعدنية ومنظفات وغيرها) وكلها تؤذى الكائنات المائية الأولية (المنتجة) والمستهلكة (الأسماك).

ثامناً : الأساليب الخاطئة فى الصيد من حيث عدم مطابقة الشباك للشروط القانونية ، من حيث مساحة فتحاتها بما يقضى على الثروة السمكية لصيد صغار السمك دون الحصول منه على دورات تناسل. كذلك طرق الصيد الخاطىء للجمبرى ولثعبان السمك بفرد شباك عرضية (أو استخدام جرافات) تصيد كل السمك حتى الصغير منه بما يستنزف المخزون السمكى وأيضا استخدام السموم والمفرقعات والكهرباء فى الصيد لكل أسماك الجسم المائى.

تاسعاً : عدم وجود موانى صيد مجهزة، وعدم وفرة مستلزمات الإنتاج ووسائل الحفظ والتداول السليم.

عاشراً : عدم وجود مسح شامل عن مصادر الأسماك وأماكن تجميعه سواء فى المصايد التقليدية أو المصايد الأخرى التى يجب أن نمتد إليها ونستكشفها لتمام استغلال ثروتنا السمكية البحرية وحتى فى الماء المفتوح (بعيدا عن المياه الاقليمية) فى أعماق البحار.

وسائل النهوض بالثروة السمكية :

مماسبق يتضح أن أسباب تدهور ثروتنا السمكية هى أسباب إدارية وتشريعيه وأمنية ومالية وبيئية واجتماعية متشعبة ومتداخلة، والقضاء عليها ضرورة للنهوض بالمحصول السمكى لتغطية احتياجاتنا الغذائية التى تبلغ فى عام ٢٠٠٠ حوالى ٧٠٠ الف طن سنويا على فرض بلوغ متوسط الاستهلاك الفردى السنوى ١٠ كجم لمواجهة ارتفاع مستوى المعيشة والوعى الغذائى وزيادة التعداد . ومن وسائل النهوض بالثروة السمكية ما يلى :

أولاً : الإحصاء السمكى لابد من قيامة على أسس علمية دقيقة حتى لا تتضارب الأرقام ويفقد الثقة فيه، فلابد من مسح مصايدنا الحالية والبحث عن مصايد جديد لاستغلال كل شواطئنا شمالا وشرقا وكذا فى أعماق البحار باستخدام الطرق الحديثة سواء بالاستعانة بالأقمار الصناعية أو على الأقل بطائرات هليوكوبتر وأجهزة قياس البعد بصدى الصوت Echosounder وضرورة عمل مسح غذائى لظروف مياه كل جسم مائى بما يسوده من عوامل حيوية وغير حيوية (قاعدة غذائية) . وكذلك تنظيم موانى للصيد مزودة بأخصائيين تقدير المحصول السمكى الفعلى، وكذا التنبؤ بمجهود صيدنا المستقبلى وذلك تحت ظل جهاز متخصص للإحصاء السمكى فى الأجسام المائية المختلفة.

ثانياً : على ضوء الإحصاءات لمخزوننا السمكى يتم تحديد عدد وقوة مراكب الصيد اللازمة للخدمة فى اسطول الصيد الآلى مع تزويدها بثلاجات ووسائل صيد كفء حديثة مناسبة لنوع السمك . مع توفير الخدمات اللازمة لتجديد وصيانة وصنع مراكب الصيد وتجهيزاتها المختلفة.

ثالثاً : تطوير التشريعات الخاصة بالصيد والمصايد ومراعاة تطبيق واحترام هذه التشريعات سواء الخاصة بسعة فتحات الشباك أو طرق الصيد ونوع الشباك لكل نوع سمكي أو قوة موتور مراكب الصيد أو مواعيد الصيد وفترات الراحة للمصايد (لترك الأسماك تتكاثر) وحجم الأسماك (طبقا لسعة فتحات الشباك) ونقل الأسماك بين المحافظات وطرق النقل والعرض ومواصفات جودة السمك وصلاحيته للاستهلاك الآدمي. وذلك عن طريق صرامة العقوبات على المخالفين وتدعيم شرطة المسطحات بالأفراد (المتخصصين ذوى الوعي والمسئولية) واللنشات والأسلحة، وكذلك بمعاونة مفتشى الصحة والجهات المسئولية ، وعدم تدخل نفوذ ذوى السلطة لتحطيم القانون بالاستثناءات والتجاوزات والتصريحات الخاصة للمسئولين لبعض ذوى الحظوة.

رابعاً : إعداد الكوادر الفنية والإرشادية بداية من إعداد الصياد أو البحار وتدريبه على استخدام الطرق الحديثة للصيد وحفظ السمك وتداوله، وإدارة وصيانة وسائل الصيد الحديثة، وتدريب عمال ورش المراكب على صيانة وتجهيز المراكب الحديثة وإعداد البيطريين المتخصصين فى أمراض الأسماك، وإعداد مفتش الشرطة (شرطة المسطحات المائية) بحيث يطبق القوانين ويراعى عدم مخالفتها من أى من العاملين فى هذا المجال ولا يكون كل همه أمنيا فقط (أمنا سياسيا) بل يكون على وعى وثقافة فى هذا المجال البيولوجى ، ويكون عمله هو مراقبة تطبيق التشريعات وبضمير وبلا تجاوزات أو استثناءات ، بل بالحزم كله بما سيتوفر لديه من ثقافة متخصصة وأفراد مساعدة وعتاد وإمكانيات تعينه على تطبيق القوانين. وكذلك إعداد وإرشاد تجار السمك (جملة وقطاعى) بطرق الحفظ والعرض المناسبة لكل نوع ومنطقة وإمكانيات، وكذلك إعداد مفتشى صحة مثقفين يراعون الله فى صحة مستهلكى هذه الأسماك ويزودوا بإمكانيات معملية دقيقة تعينهم على تحليل العينات لتحديد صلاحيتها للاستهلاك الآدمى.

خامساً : فتح مصايد جديدة فى المياة العميقة والبعد عن الصيد الجائر بتطبيق تشريعات وسائل الصيد، وبإغلاق المصايد ومنع الصيد فى موسم تكاثر الأسماك حسب كل نوع ومدى انتشاره فى المصايد المختلفة فى البحيرات الشمالية مثلا قد يقف الصيد شهور تكاثر البلطى (مارس ـ مايو) وفى المصايد البحرية يفضل وقف الصيد ٣ أشهر (يونيو ـ سبتمبر). ومنع تهريب الأسماك المصادة فى عرض البحر لمراكب أجنبية أو لسماسرة، وحماية أسماكنا المحلية من الأسماك الغريبة، وتشجيع انتشار إنشاء المزارع السمكية ومتابعتها إرشاديا، وتوفير مستلزمات الإنتاج منها.

سادساً : تطوير المصايد وتزويدها بمصانع الثلج ومصانع لتجهيز السمك وحفظه، والنهوض بصناعة تجهيز وحفظ (تجميد ـ تعليب ـ تمليح ـ أو تثليج) السمك، وتزويد المصايد بأرصفة ومراكز صيانة لأسطول الصيد وشباكة ومراكز لتصنيع أدوات الصيد. وتوفير وسائل النقل المجهزة.

سابعاً : لتطوير البحيرات يراعى الاتزان ما بين ما يدخلها من مياة الصرف وما يصلها من الماء المالح، وذلك بتطهير البواغيز من الأطماء باستمرار وإقامة حواجز أمواج عند فتحات البحيرات (اشتوم / بوغاز / حلق) لحمايتها من الأطماء واستمرار إمداد البحيرة بالماء المالح (والزريعة وكذلك هجرة السمك

التناسل) وذلك للمحافظة على نسبة من الملوحة تحول دون نمو النباتات وهى متطلبة لانتشار أنواع معينة تفضل الماء الشروب. ومنع تحويل الصرف عنها للمحافظة على مستوى تغذية متطلب، لكن لابد من معالجة ماء الصرف قبل صبه فى البحيات لمنع التلوث بأنواعه. مع تحويل الحوش الشاطئية على البحيرات إلى مزارع سمكية ومنع السدود (والأبعديات) أو مناطق النفوذ فى العلاوى والجزر، والحد من تجفيف البحيرات فى المناطق الساحلية التى تعتبر أخصب المناطق للأسماك وأنسبها للتفريخ.

ثامناً : معالجة ماء الصرف الصحى والزراعى والصناعى فى منبعه، ومنع أو تقليل مصادر التلوث بالاستخدام المرشد للأسمدة والمبيدات المختلفة، منع استخدام (وتجريم استخدام) التيار الكهربائى والمبيدات والسموم والمفرقعات فى الصيد، واستئصال الحشائش ومقاوتها ومقاومة القواقع فى المياه الداخلية.

تاسعاً : التوسع فى إقامة المفرخات الصناعية لمد المزارع والأجسام المائية بالزريعة التى يمكن إنتاجها صناعيا، وإتاحة الفرصة أمام الأفراد والجمعيات الأهلية والخاصة بإنشاء مفرخات سمكية للإثراء، والنهوض بالثروة السمكية، والعمل على تكاثر الأنواع المختلفة صناعيا كالبورى وغيره مما لم يطبق تفريخها الصناعى على مستوى تجارى بعد.

عاشراً : توفير الأعلاف الصناعية الملائمة للأسماك والمتوافرة فى البيئة وغير المستخدمة فى الثروة الحيوانية الأخرى، وكذا توفير الأسمدة العضوية والمعدنية اللازمة لتغذية المزارع السمكية.

حادى عشر : تشجيع إقامة المزارع السمكية فى الأراضى غير الصالحة للزراعة وفى مجرى النيل والبحرين المتوسط والأحمر وخليج السويس (وتطوير واستغلال المرابى الطبيعية) بعد توفير الإمكانات الفنية والإرشادية والتشريعية والمائية والبيطرية اللازمة لهذه المزارع (أحواض أو أقفاص) واستغلال حقول الأرز فترة غمرها بالماء فى تحميل السمك على الأرز بعد توفير الزريعة اللازمة والغذاء ومنع استخدام المبيدات بإفراط. وإعداد مزارع سمكية إرشادية وكذلك إعداد مطبوعات إعلامية وإرشادية. مع القضاء على (مافيا) الزريعة.

ثانى عشر : رعاية الجمعيات التعاونية القائمة لصالح الصيادين لتوفير مستلزمات الإنتاج بأسعار مقبولة، وتسويق الإنتاج، ورعاية الصيادين مهنيا واجتماعيا ، وتطوير خدماتها وتعاونها مع هيئة عامة مسئولة عن الثروة السمكية وينتمى إليها كل الأجهزة المسئولة حتى لا تتضارب التخصصات ويعاق الإنتاج، إذ يجب تعاون الجهات العلمية والفنية والتنفيذية والإدارية معا من أجل النهوض بالثروة السمكية. وقد تقوم هذه الجمعيات مع الهيئة العامة المسئولة عن الثروة السمكية بعقد اتفاقيات صيد مع الدول الشقيقة ذات الشواطىء البكر التي لم تستغل بعد فهى غزيرة الإنتاجية وقد تقوم هذه الجمعيات كذلك بإنشاء قرى نموذجية للصيادين فى المصايد الحديثة وغير المأهولة. ولذلك أسست الهيئة العامة لتنمية المصادر السمكية فى عام ١٩٨٣ لوضع هذه السياسات للنهوض بالثروة السمكية.

الفصل الثالث
مصادر الأسماك فى مصر

أولا : المصايد البحرية للإنتاج الطبيعي :

وهى عبارة عن مصايد البحر الأبيض المتوسط من حدودنا مع ليبيا غربا إلى منطقة رفح والعريش شرقا ، مصايد البحر الأحمر بما فيها خليج السويس والساحل الممتد من جنوب خليج السويس حتى مرسى حلايب قرب خط عرض ٢٢ درجة جنوبا إضافة إلى مصايد قناة السويس . وهى مناطق منخفضة الإنتاجية وبياناتها تقريبية وموجزها كالتالى (عن وزارة الزراعة ١٩٨٣) :

منطقة الصيد	الطول كم	المساحة بالألف فدان	الإنتاج بالطن عام ١٩٨١	الإنتاج بالطن عام ٢٠٠٠ (المستهدف)
البحر الأبيض	٩٠٠	٦٨٤٠	١٨٥٠٠	٣٠٠٠٠
البحر الأحمر	١٢٨٠	٤٤٠٠	٢٠٥٠٠	٥٠٠٠٠

وإنتاج مصايد البحر الأبيض تشكل ١١٪ من الإنتاج السمكى الكلى بينما خليج السويس والبحر الأحمر ينتج ٨,٨١ ٪ من الإنتاج الكلى السنوى . ومن إحصاء ٧٠ – ١٩٨٨ يتضح أن المصايد البحرية تحتل المرتبة الثانية فى مصادر الإنتاج السمكى المصرى . وأهم المصايد البحرية على البحر المتوسط هى المنطقة الثانية من شرق الاسكندرية إلى بور سعيد بطول ٣٦٠ كم لاتساع رصيفها القارى (١٦ – ٧٢ كم)، بينما أهم مصايد البحر الأحمر هى خليج السويس بطول ٥٢٠ كم ، والساحل الشرقى على البحر الأحمر من خط عرض ٢٥ درجة شمالا وحتى الحدود الجنوبية المصرية بطول ٦٥٥ كم ، وعلى الشواطئ البحرية نقط متعددة للمصايد تتولى عملية تسجيل تقريبى للمحصول السمكى إضافة إلى وقت وتاريخ القيام والوصول لمراكب الصيد وفئة الترخيص وعدد الصيادين وميناء التسجيل . إلا أنها فى دول أخرى تساهم بحوالى ٩٨ ٪ من جملة المحصول السمكى (كما فى المغرب وأسبانيا) .

ثانياً : مصايد البحيرات الشمالية للإنتاج الطبيعي :

هى بحيرات المنزلة والبرلس وإدكو ومريوط وهى من أخصب بحيرات العالم وأغناها بالغذاء الطبيعى للأسماك ، ونظرا لاعتدال الجو فإنها من أهم المرابى الطبيعية للأسماك الهامة الممتازة كالبورى والطوبار والدنيس والقاروص واللوت والثعبان والجمبرى وغيرها ، إلا أن حال معظم هذه البحيرات قد تبدد وساء

ويزداد سوءا من عام لآخر نظرا لاستمرار مخطط التجفيف لأطراف البحيرات ، والبناء على أجسام البحيرة ذاتها مما سيحولها إلى أحواض ، علاوة على تحويلها إلى بحيرات عذبة لأطماء فتحات البواغيز وعدم دخول الماء المالح ولا الزريعة وعدم هجرة أسماك البحيرات إلى البواغيز للتكاثر ، إضافة إلى تغطيتها بالأحراش النباتية الكثيفة من البوص وغيره ، وتحويل شواطئها إلى أحواش وامتلاؤها بالعلاوى والتعديات وتخريبها بصيد الزريعة وبيعها للمزارع السمكية مما أدى إلى بوار هذه البحيرات ، هذا إلى جانب التلوث المائي بمختلف مصادره مما جعل البحيرات كمستنقعات موبوءة.فمثلا بحيرة المنزلة تقلصت مساحتها من ٧٠٠ ألف فدان إلى ١٣٠ ألف فدان والصالح منها للصيد ٣٠ ألف فدان فقط (عن رئيس جهاز تنمية البحيرة ، عميد إبراهيم الزمر ، يوليو ١٩٩٣) .

فإجمالي مساحة هذه البحيرات الشمالية الأربعة قرابة ٢٥٥ ألف فدان ، أنتجت عام ١٩٨١ حوالي ٧٦ ألف طن سمك ، لكن المستهدف منها عام ٢٠٠٠ الحصول على ١١٠ ألف طن سمك (رغم استمرار سياسة التجفيف !) وطبعا لن يتحقق هذا المستهدف إلا بوقف سياسة التجفيف لبحيرتي المنزلة والبرلس ، والتطهير الدوري للبواغيز ، ومعالجة ماء الصرف ، ومنع الصيد المخالف ، وتحويل الحوش إلى مرابي شاطئية . ومريوط بحيرة مقفلة مالحة ، بينما البحيرات الثلاثة الأخرى مفتوحة ومياهها شروب (خليط من الماء العذب والماء المالح) . وإجمالي إنتاجها من الإنتاج السمكي الكلي ٤٧,٤ ٪ (أهمها بحيرة المنزلة ، إذ تساهم بحوالي ٣٠,٨ ٪ من إجمالي إنتاج السمك أو ٦٥ ٪ من إنتاج البحيرات الأربعة) . ومن يتتبع تطور هذه البحيرات يجدها قد تقلصت مساحتها من ٦٢٦ ألف فدان إلى ٥٧٨ ألف ثم ٤٤٧ ألف وأخيرا بلغت ٢٥٥ ألف فدان . وهذه البحيرات ضحلة جدا (٤٠ – ١٥٠ سم) ، وأسماكها من البحر المتوسط والمصارف، فأسماكها البحرية كالطوبار والدنيس ، أما أسماك الماء العذب بها (في الأجزاء الجنوبية منها) فهي البلطي الأخضر والبلطي النيلي (سلطاني أو عبيدى) وقشر البياض والبياض والبني وكلب البحر والقرموط .

ولسياسة التجفيف مقترح أن تصل عام ٢٠٠٠ مساحة بحيرة المنزلة إلى حوالي ١١٥ ألف فدان (بعد أن كانت ٤٩٠ ألف فدان في نهاية القرن ١٨ ثم ٣١٥ ألف فدان حتى عام ١٩٥٣ ثم بلغت عام ١٩٨٥ حوالي ١٧٩ ألف فدان) ، وبحيرة البرلس ستتقلص مساحتها من ١٣٧ ألف فدان إلى حوالي ٥٥ ألف فدان فقط عام ٢٠٠٠ ، وبحيرة إدكو مقترح لها أيضا بعد التجفيف أن تنخفض مساحتها من ٣٥ ألف فدان إلى ١٨ ألف فدان تترك للصيد عام ٢٠٠٠ ، وبحيرة مريوط كانت مساحتها ٣٣ ألف فدان استصلح منها حوالي ٢٠ ألف فدان ومقترح استصلاح ٥ آلاف فدان أخرى ويترك الباقي (٨ آلاف فدان) عام ٢٠٠٠ للصيد ، فقد اقترح تجفيف واستصلاح ٦٨٦ ألف فدان من هذه البحيرات ، علاوة على الاتجاه السياسي لجعل مياه بحيرتي المنزلة و البرلس عذبة . وقد أوصت دراسة المجالس القومية المتخصصة بوجوب « أن يراعى إعطاء الأولوية في عمليات استصلاح الأراضي لمشروعات تجفيف البحيرات باعتبارها من أرخص السبل وأسهلها . وتحويل المتبقي من هذه البحيرات بعد تجفيفها بحيرات عذبة صالحة للشرب » !!

وبطبيعة الحال أدت هذه السياسات إلى خفض إنتاجية هذه البحيرات مما يدعو إلى الاستزراع السمكي المكثف (والمكلف) .

ثالثا : المنخفضات الساحلية للإنتاج الطبيعي :

عبارة عن حوالى ١٨٢ ألف فدان موزعة على بحيرات البردويل وملاحة بور فؤاد ولاجون مطروح ، وكلها بحيرات مالحة يتراوح عمقها مابين ٧٠ – ١٢٠٠ سم ، وتتصل البردويل بالبحر المتوسط ويتصل منخفض بور فؤاد بالبحر وبقناة السويس ويسود بهما أسماك الماء المالح كالدنيس . وللأعمال الصناعية على منخفض بور فؤاد فتقلصت مساحته من ٢٥ ألف فدان إلى ٥٠٠ فدان فقط أى أن إجمالى مساحة هذه المنخفضات الثلاثة الآن بلغ ١٥٤ ألف فدان وإنتاجيتها لاتتعدى ٥٠ كجم / فدان ، ويبلغ إنتاجها فى حدود ١ ٪ من إجمالى الإنتاج العام . إلا أن ٩٠ ٪ من إنتاج البردويل (دنيس وقاروص) يتم تصديره مباشرة .

[ومنخفض القطارة منتظر أن تكون مساحته حوالى مليون فدان بإنتاجية ١٠ آلاف طن سنويا] .

رابعاً : البحيرات الداخلية الصناعية :

وتشمل بحيرات قارون والريان والسد العالى بمساحات ٥٢ ألف فدان ، ٣٥ ألف فدان ، ١,٢٥ مليون فدان على الترتيب ، تساهم فى الإنتاج الكلى للأسماك بنسب ٠,٧٢ ، ٠,٤٨ ، ١١,٢٣ ٪ على الترتيب (بإجمالى ١٢,٤ ٪) . ومياه قارون عمقها ١٦ م ، وتحولت من الظروف العذبة إلى شديدة الملوحة وهى تستقبل ماء الصرف فقط ولاتحتوى من أسماك الماء العذب سوى البلطى الأخضر الذى يتحمل الملوحة ، وقد استزرع بها أخيرا البورى وموسى من البحر المتوسط وقارون تقع شمال الفيوم وملوحة مياهها ٣٥ فى الألف وإنتاجيتها حوالى ١٤,٥ كجم / فدان (عام ١٩٨٥) ، وتنتج البحيرة البلطى والبساريا والجمبرى والبورى والحنشان وموسى والكابوريا والقاروص والدنيس ، ويعتمد إنتاجها على إمدادها بزريعة أسماك العائلة البورية والدنيس من البحر المتوسط .

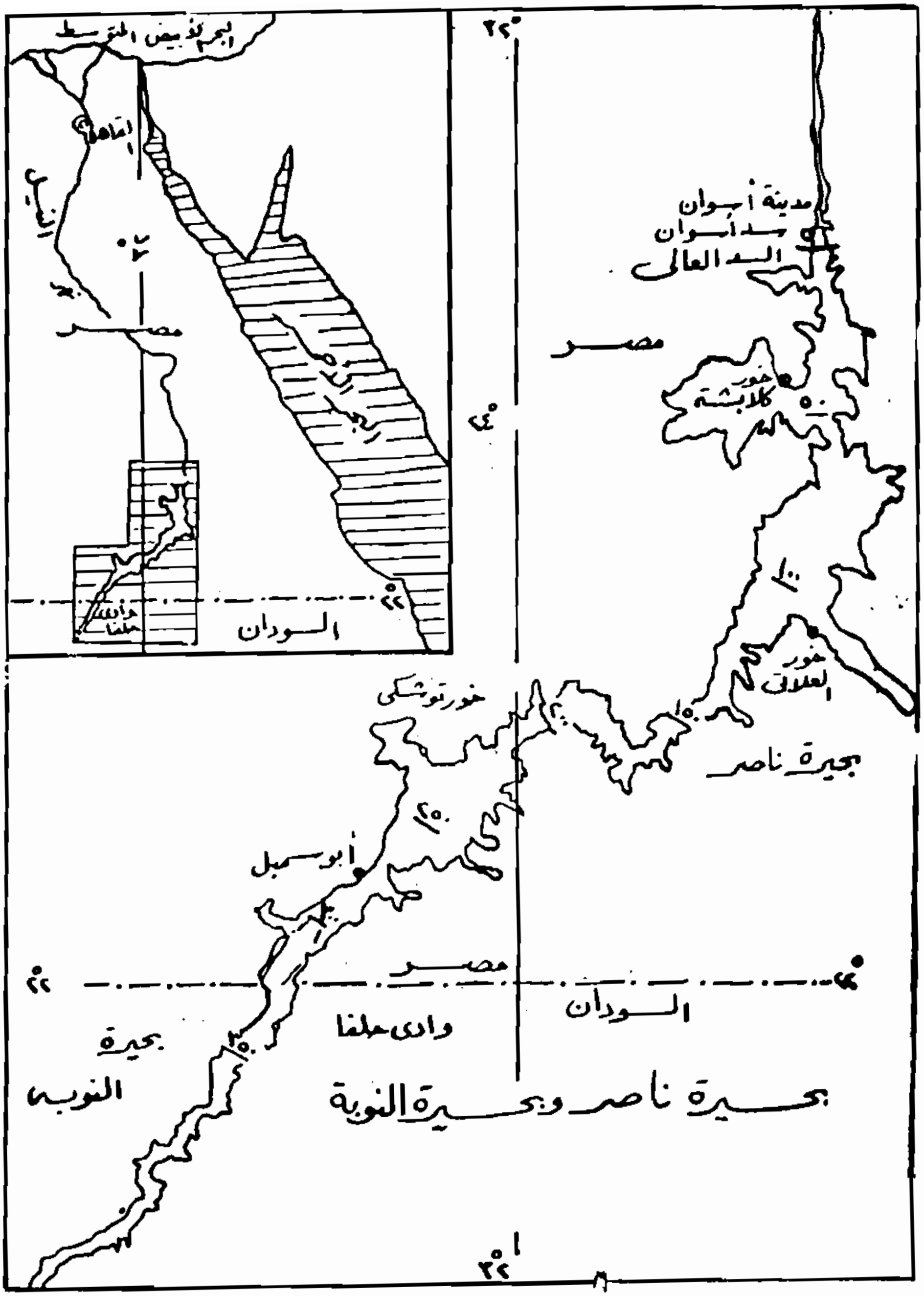
أما وادى الريان فهو بحيرة صناعية كذلك مثل قارون ، وإنتاجها أساسا حديث العهد ويعتمد على تربية العائلة البورية بنقل زريعتها إلى البحيرة ، مع زريعة الدنيس والجمبرى كذلك .

وبحيرة السد العالى (ناصرسابقا) تمتد بطول ٥٠٠ كم (منها ٣٥٠ كم فى الأراضى المصرية ، ١٥٠ كم فى الأراضى السودانية (بحيرة النوبة)) متوسط عرضها ١٠ كم (٩ – ١٨ كم) وعمقها المتوسط ٢٠ – ٢٥ م وأقصى عمق ١١٠ – ١٣٠ م ، وهى أكبر من مجموع البحيرات الطبيعية في مصر . ويهدف الاستغلال الأمثل لهذه البحيرة تم إنشاء مركز البحوث السمكية لبحيرة السد العالى نتيجة الصداقة المصرية اليابانية كمنحة من الحكومة اليابانية وقد تم تشغيله عام ١٩٨٢ . والمركز بجانب معامله ومعداته البحثية يحتوى كذلك على أحواض تجريبية وسفينة أبحاث . ويهدف المركز إلى المحافظة على الثروة السمكية بالبحيرة بتحديد كميات الأسماك المصرح بصيدها سنويا ، وتحديد أنسب مواعيد لوقف نشاط الصيد خلال

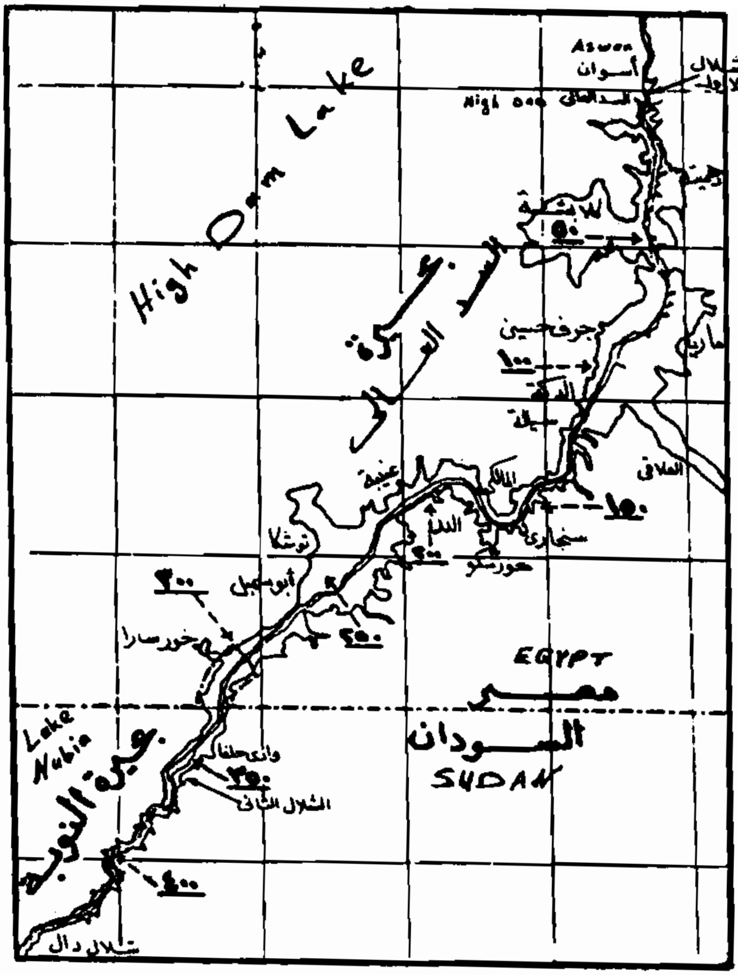
فترة محددة للتكاثر ، إنشاء المزارع السمكية بالخيران ، إمداد البحيرة بزريعة الأسماك الملائمة لزيادة قدرتها الإنتاجية دون المساس بالمخزون الأساسى ، تطوير طرق ومعدات الصيد وحفظ ونقل وتصنيع الأسماك ، تدريب العاملين فى مجال الثروة السمكية بالبحيرة .

ومناطق الصيد بالبحيرة إما شاطئية (٢٠ ٪ من مسطح البحيرة وتبلغ مساحتها حوالى ٠,٢٥ مليون فدان) أو بالمياه العميقة (٨٠ ٪ من باقى مسطح البحيرة وتبلغ مساحته حوالى مليون فدان) . وأهم أسماك المصايد الشاطئية هى البلطى (تمد البحيرة بالزريعة باستمرار وتجمع فى وزن التسويق بعد سنوات قليلة) . أما مناطق الصيد بالماء العميق فرغم غناها بالكائنات الحية الميكرسكوبية نباتية وحيوانية ، إلا أنها قليلة الأسماك خاصة الأسماك التى تتغذى على البلانكتون ، لذا يطلق عليها من الناحية الإنتاجية بأنها منطقة صحراوية . لذا يستلزم الأمر إدخال أصناف ملائمة لهذه المنطقة ومن بينها رنجة المياه العذبة (سردين البحيرات) ، اللبيس ، المبروك الفضى ، المبروك كبير الرأس . لذا تم تجريب أقلمة زريعة رنجة المياه العذبة (من بحيرة تنجانيقا) ، كما يستزرع المبروك الفضى فى أقفاص ٦ × ٦ × ٦ م ، ويعاد تخزين البنى فى الماء العميق للبحيرة بعد تفريخه نصف صناعى بمعرفة موسم تكاثره وجمع البيض بعد وضعه لتلقيحه وتحضينه فى أحواض ثم إعادته إلى البحيرة كأصبعيات . وبهذه الأساليب (إدخال أصناف جديدة ، المزارع بالشواطىء) يزيد الإنتاج السمكى من ٣٠ ألف طن إلى ٨٠ ألف طن سنويا . هذا وتتم دراسة بيولوجية كيماوية طبيعية مستمرة من خلال محطات ثابتة تمتد فى البحيرة من السد العالى إلى أبى سنبل بهدف تقدير الطاقة الإنتاجية للبحيرة .

وبحيرة السد العالى كثانى أكبر البحيرات الصناعية فى العالم من حيث المساحة تقع جنوب أسوان وتضم البحيرة عدده٨٥ خور فى الضفتين الشرقية والغربية ، ومساحتها حسب منسوب المياه (١٦٠ – ١٨٢ م) تبلغ ٢٩٥٠ – ٦٥٤٠ كم٢ . لهذا كان لابد من إدارتها بواسطة هيئة مستقلة ، فصدر قرار رئيس الجمهورية رقم ٣٣٦ لسنة ١٩٧٤ بإنشاء مؤسسة عامة تسمى " جهاز تنمية بحيرة ناصر " مقرها مدينة أسوان ، وتتبع وزير التعمير وتختص بتنمية وإستغلال موارد الثروة البشرية والطبيعية بالبحيرة وشواطئها والأراضى المحيطة بها . ثم صدر قرار رئيس الجمهورية رقم ٩٦٦ سنة ١٩٧٤ بنقل تبعية الجهاز إلى وزير الدولة لشئون السودان ، ثم قرار رئيس الجمهورية رقم ٥٢٣ لسنة ١٩٧٧ بنقل تبعية الجهاز إلى وزارة التعمير ، وأخيرا قرار رقم ٤٢٠ لسنة ١٩٧٨ بإنشاء " الهيئة العامة لتنمية بحيرة السد العالى " وتتبع وزارة التعمير وتحولت الهيئة إلى هيئة خدمية إشرافية بالقرار رقم ٩٢ لسنة ١٩٨٣ دون المساس باختصاصاتها ومسئولياتها . وامتدت برامجها التنموية ليست فقط فى مجال الثروة السمكية بل كذلك فى المجال الزراعى النباتى والحيوانى والثروه المعدنية ومشروعات خدمية للتنمية كالطرق والمواصلات ، أى

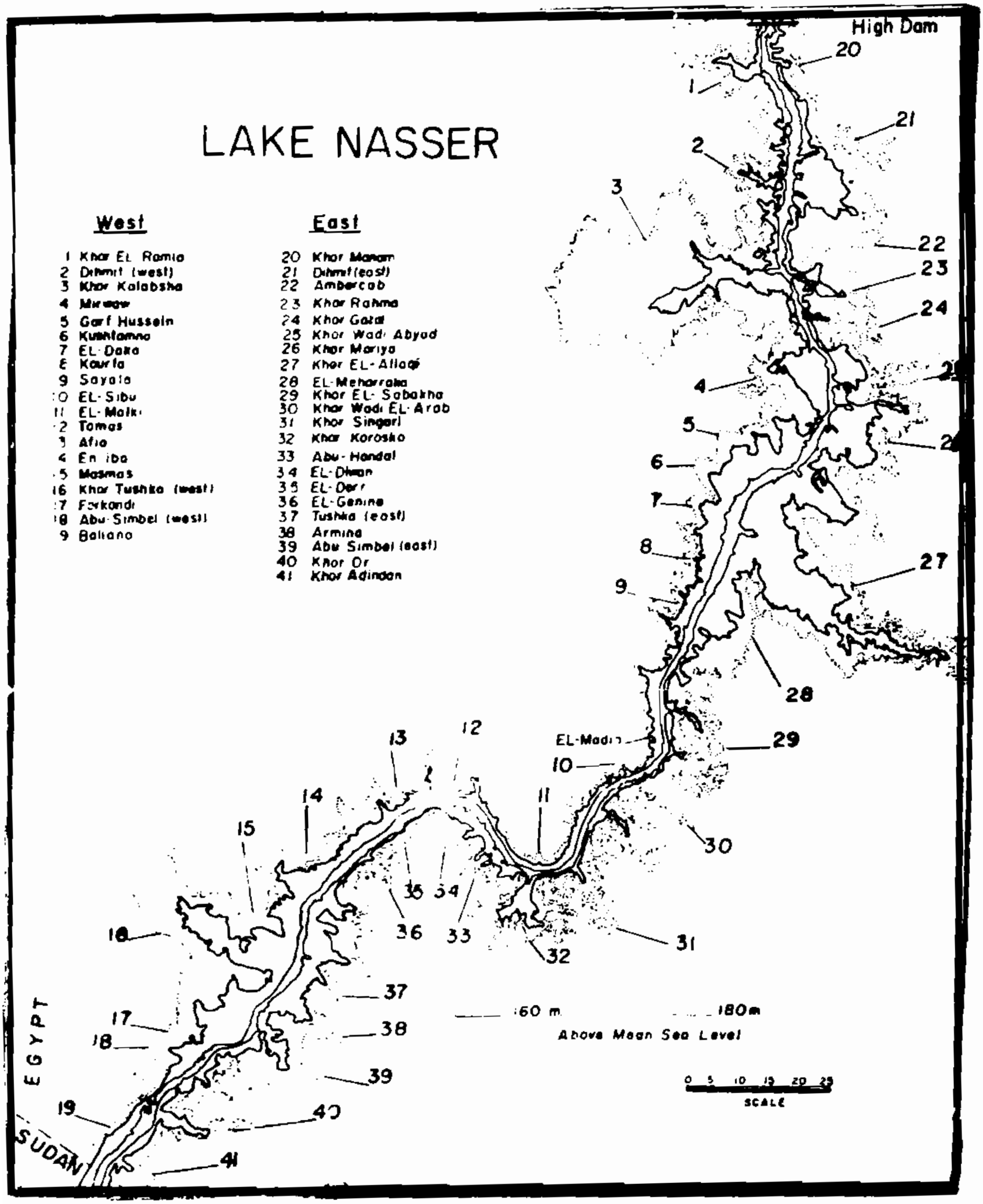


موقع وأطوال بحيرة ناصر (السد العالى) بجزأيها المصرى والسودانى (بحيرة النوبة)



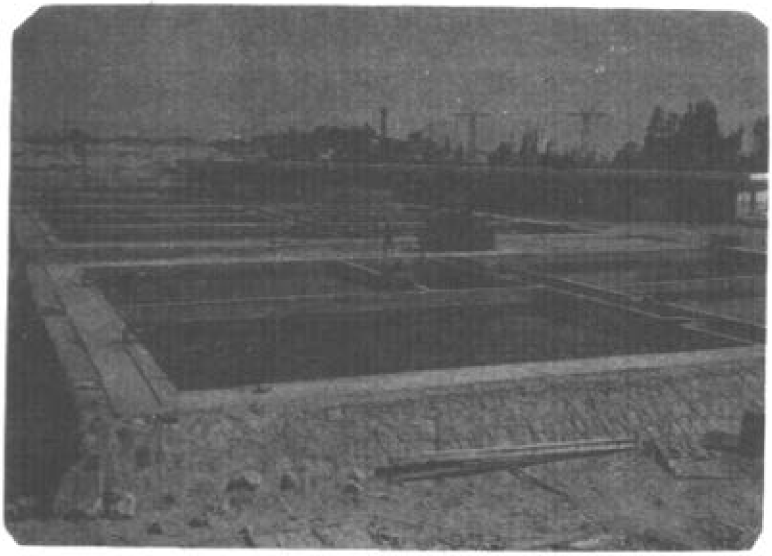
أطوال بحيرة السد العالى (وبحيرة النوبة) وموقع الخيران المختلفة

أن مشاريعها تنمية شاملة ، ولذلك أنشئت العديد من الشركات الاستثمارية وتعاونت مع الهيئات المختلفة والأجنبية . وقامت وزارة التعمير من خلال اتفاق تعاون فنى مع اليابان (وكالة التعاون الدولى اليابانية " جايكا ") بإجراء دراسة مشتركة لوضع خطة تنمية إقليمية متكاملة لمنطقة بحيرة السد العالى تضمنها التقرير النهائى للدراسة الذى صدر فى فبراير ١٩٨٠ . وهذه الدراسة عبارة عن تخطيط علمى متكامل يوضح الإمكانات والموارد وخطة استغلالها على الوجه الأمثل حتى تصبح المنطقة من مناطق الجذب السكانى من خلال تنمية متوازنة فى مجالات الزراعة ومصايد الأسماك والتعدين والتصنيع والتشييد والنقل والسياحة .



أهم مواقع الصيد والخيران لبحيرة السد العالى (ناصر)

ومن أنشطة وإنجازات الهيئة فى مجال الثروة السمكية بلوغ أقصى إنتاج عام ١٩٨١ (٣٤ ألف طن سمك) باستغلال ٩٠ وحدة صيد تشكل أسطول الصيد فى البحيرة ، إنشاء وتشغيل مركز بحوث الأسماك ، إنشاء ميناء صيد بالضفة الغربية ، مكونا من رصيف ثابت بطول ٥٠٠ م وعرض ٢٠ م ورصيف عائم مكونا من ثمان بنتونات وبنتونى دخول وخروج بطول ٢٠٠ م وعرض ٧,٢ م ، إنشاء مصنع ثلج ثابت قرب ميناء السد العالى بقدرة ٢٠٠٠ بلاطة / يوم (٥٠ طن ثلج / يوم) ، إنشاء مصنع ثلج عائم بطاقة ٤٠٠٠ بلاطة / يوم ، إنشاء ٧٤ مأوى للصيادين لتحسين أحوالهم المعيشية والصحية (٢ لنش طبى للكشف عليهم وعلاجهم بالمجان خاصة ضد البلهارسيا) ، إنشاء جمعية تعاونية استهلاكية وورشة لإصلاح وصيانة الموتورات البحرية ، إنشاء المفرخات السمكية .



أحواض أرضية تابعة لمركز البحوث السمكية لبحيرة السد العالى

كما قامت الهيئة بتصنيف التربة لمساحة ٢٨٠ ألف فدان حول البحيرة ، حفر الآبار لتوفير ماء الشرب فى كلابشة ووادى الأمل ودهميت وقسطل وأدندان ، إقامة مزارع نباتية تجريبية كمراكز للتعمير فى كركر وكلابشة وجرف حسين والسلام والشهداء وأبى سمبل وقسطل وأدندان والعلاقى ، وهذا أدى إلى عودة بعض النوبيين إلى أراضيهم القديمة وجذب المستثمرين لاستصلاح وإدخال زراعات جديدة (فراولة ، بطاطس ، نباتات طبية ، مراعى) وتربية الجمال والأغنام والماعز والأرانب . علاوة على نشاط الهيئة فى الرصف والنقل النهرى و فى المجال الجيولوجى والتعدين لوجود الرخام (٤٠٠ مليون م٣) والجرانيت (٧٠٠ مليون م٣) والكوارتز والأسبستوس والكاولين والطفلة فى المنطقة . إضافة إلى إنشاء ٧ قرى حول البحيرة فى الرملة وكلابشة والشهداء والسلام وقسطل وأدندان وكركر ، إنشاء ١٧٤ وحدة سكنية إدارية ،

شركة مصر – أسوان للسياحة والقرية السياحية (توت آمون) . كما أقامت الهيئة مشروع الغذاء العالمى بداية من يناير ١٩٨٩ ولمدة خمس سنوات لتقديم مواد غذائية بمبلغ ١١ مليون دولار للمستوطنين الجدد فى منطقة البحيرة والمنتفعين بمشروعاتها الاستزراعية والاستصلاحية فى الأراضى التى انحسرت عنها مياه البحيرة (فوق منسوب ١٨٢ م) مع تقديم منح مالية لبناء المساكن ، وقروض بدون فوائد لنفس السبب ، وقروض مشابهة لشراء الآلات الزراعية .

ويشكل البلطى حوالى ٩٩٪ من السمك الطازج (بلطى نيلى وجليلى) والباقى عبارة عن قشر بياض ولبيس وقراميط ، وأقصى إنتاج للسمك الطازج يتم الحصول عليه من مارس إلى مايو (٤٠ ٪ من إجمالى المحصول السنوى) . وإنتاج السمك المملح (كلب السمك) ثابت خلال الفترة من أبريل إلى أكتوبر ثم ينخفض فى الفترة الباقية من العام . والبحيرة بها أكثر من خمسين نوع من الأسماك إلا أن القليل منها مايشكل أهمية أقتصادية ، فخلاف البلطى والكلب (شكل ٩ فى الملزمه الملونة) هناك أنوما ، ساردينا ، أمارا ، لبيس ، بنى ، قرموط ، شلبة ، بياض ، شال ، رعاش ، فهقة . وهى أسماك إما آكلة هوائم نباتية وحيوانية وبعضها آكل لحوم أو كانس وذلك لغنى البحيرة بالقاعدة الغذائية من هوائم نباتية مثل (Bacillariophyceae , Cyanophyceae , Dinophyceae , Chlorophyceae & Euglenophyceae) وهوائم حيوانية مثل (Copepoda, Cladocera , Rotifera & Protozoa) وكائنات القاع من ديدان ويرقات هاموش ورخويات ورعاشات ويق الماء ونبابة مايو .

لكن للصيد الجائر خاصة فى موسم تكاثر الأسماك أدى ذلك إلى انخفاض أحجام الأسماك المصادة مما سيؤثر على مستقبل البحيرة الإنتاجى والتصنيعى (سيقل إنتاج شرائح السمك المستخرجة من الأسماك الكبيرة وسيقل إنتاج مسحوق السمك كإنتاج جانبى لصناعة شرائح السمك) . فقد انخفض الإنتاج من ٣٤ ألف طن عام ١٩٨١ إلى ٢٣,٣ ألف طن سمك عام ١٩٨٥ . كما أدى انحسار الماء عن مساحات كبيرة من شواطىء وأخوار البحيرة إلى هروب الأسماك وتقلص إنتاجيتها لمواسم جفاف المطر فى الجنوب . ومن أسباب قلة إنتاج البحيرة كذلك تهريب أسماك المنطقة الجنوبية إلى المحافظات دون تسجيلها ، تعدد الجهات العاملة فى الصيد فى البحيرة (الهيئة وجميعات الصيد التعاونية وشركة مصر أسوان الاستثمارية) بحكم قرارات إدارية مما أدى إلى توقف الصيد أحيانا وهجرة الصيادين وعودتهم إلى محافظاتهم فانخفض عدد الصيادين وعدد المراكب العاملة ، احتكار بعض ملاك المراكب والشباك للصيادين وانخفاض سعر كيلو السمك ، فرض الإتاوات على الصيادين وارتفاع مستوى المعيشة ، معاناة الصيادين من البلهارسيا والانكليستوما والملاريا والأنيميا ونقص الڤيتامينات وأعراض سوء التغذية ، عدم مطابقة بعض شباك الصيد العاملة للقوانين طبقا لأوامر سياسية . مما سبق يتضح أن مصايد البحيرات المصرية تحتل الصدارة فى درجة أهميتها لإنتاجيتها .

خامساً : النيل وفروعه للإنتاج الطبيعى (والاستزراع) :

وتبلغ مساحته حوالى ١٧٨ ألف فدان ، بلغ إنتاجها التقديرى عام ١٩٨١ حوالى ٢٠ ألف طن ، لكن المستهدف منه لعام ٢٠٠٠ هو ٥٠ ألف طن عن طريق نظم التربية فى الأقفاص للأسماك سريعة النمو ، إلا أن التنسيق غير موجود بين وزارتى الزراعة والرى مما يجعل مشاريع الأقفاص السمكية فى النيل وفروعه مشاريع متعثرة للإتاوات التى تفرضها وزارة الرى على هذه المزارع السمكية مما يمنع انتشارها ويوقف إنتاج الموجود منها مما دعى أصحاب كثير من هذه الأقفاص إلى رفعها من النيل . وعموما فإن نهر النيل بإنتاجه السمكى يغطى حوالى ١١٪ من جملة الإنتاج الكلى للأسماك فى مصر والنيل يحتل المرتبة الأخيرة فى الأهمية الإنتاجية بعد البحيرات والبحار والاستزراع .

سادسا : الاستزراع السمكى :

يشكل فى أهميته المرتبة الثالثة من حيث الإنتاج بعد البحيرات والبحار ، تبلغ مساحة المزارع السمكية حوالى ٧٠٠ ألف فدان ، ومعظمها مزارع أهلية عذبة أو شاطئية ، والمستهدف منها عام ٢٠٠٠ حوالى ١٠٠ ألف طن سمك . وقد انتشرت زراعة السمك فى الأرز منذ عام ١٩٨٢ وأخذت فى التوسع والأنتشار بانتاجية حوالى ١٠٠ كجم / فدان من المبروك والبلطى وبذلك يمكن تحقيق إنتاجية حوالى ١٠٠ ألف طن سنويا من مزارع الأرز . هذا علاوة على انتشار زراعة السمك فى أحواض بسيوه بداية من عام ١٩٨٩ فى شكل محاولات فردية امتدت لتنتشر فى مطروح وسيوه لوجود عيون مياه عذبة . والأسماك المستزرعة فى الماء العذب البلطى بأنواعه والعائلة البورية والقراميط ، وفى الماء المالح أيضا البلطى والبورى والدنيس .

ومما سبق يتضح أن جملة المساحات الصالحة للصيد فى مصر يزيد عن ضعف المساحة الزراعية النباتية فقد بلغت حوالى ١٣,٩٣ مليون فدان بيانها كالتالى :

المصـــــايد	مساحتها بالألف فدان	إنتاجها ٪ من جملة الإنتاج *
البحر المتوسط	٦٨٤٠	٢٦,١
البحر الأحمر	٤٤٠٠	
بحيرات شمالية	٥٦٦	٣٦,٣
النيل وفروعه	١٧٨	١٣,٩
بحيرة السد العالى	١٢٥٠	٨,٨
مزارع سمكية	٧٠٠	١٤,٩
إجمـــــالى	١٣٩٣٤	١٠٠

(* عن الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء ١٩٩١) .

الفصل الرابع

أنواع الأسماك التجارية

تشكل الأسماك حوالى نصف (٤٨,١ ٪) مجموع الفقاريات ، وتعيش فى الماء الذى يشكل مايزيد عن ثلثى مساحة الكرة الأرضية . فيقول الحق تعالى : { وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا }- النحل : ١٤ - وفى مصر القديمة تواجدت الأسماك المتنوعة ، فتظهر الصور البارزة على مقبرة " تى " صور لأسماك الرعاش والشال والأمارا واللبيس والبلطى والأنوما وجامهور والفهقة . وتشير مصادر المعرفة اليونانية والرومانية إلى احتواء النيل على أنواع سمك يفوق عددها الوصف .

فمن أسماك النيل المصرية :

١ - أنومـــــة Anooma (أو الجلومـايا أو الأرمـينيـا) وهـى أسـمـاء مـصـرية لأسـمـاك جنس Petrocephalus كأنواع P. bane , P. bovei , P. keatingii & P. degeni

٢ - أنومة (أم شيفيفا) من جنس Gnathonemus (G. cyprinoides) .

٣ - بويزا من جنس Mormyrus (M. kannume & M. niloticus) .

٤ - ساويا (جالمير) Hyperopisus bebe .

٥ - كلب البحر Hydrocynus forskalii .

٦ - ساردينا (كلب البحر ، رايا) من جنس Alestes كأنواع A.nurse , A.baremose & A. dentex .

٧ - أمارا (جامر) Citharinus citharus .

٨ - دبس (لبيـس) من جنس Labeo مثل أنواع L.coubie, L.niloticus , L. horie & L.forskalii .

٩ - بنى من جنس Barbus كأنواع B.bynni , B. anema , B. werneri , B. neglectus & B.perince .

١٠ - حوت (قرموط) من جنس Clarias ومنها نوعى C.lazera & C. anguillaris .

١١ - حـوت (قـرمـوط) من جنس Heterobranchus ومنهـا نوعى H.bidorsalis & H.longifilis .

١٢ - شلبة من جنس Schilbe ومنها S.mystus & S.uranoscopus .

١٣ - بياض (دوكماك - دوقماق) من جنس Bagrus ومنها B.bayad & B.docmac .

١٤ - شـال (جـارجـور) جنس Synodontis وتحتـهـا أنواع ، S.schall , S. batensoda , S.clarias & S. serratus .

١٥ - رعاش Malapterurus electricus

١٦ - ثعبان سمك Anguilla vulgaris .

١٧ - بورى جنس Mugil ومنها الأنواع M.cephalus (بـورى) ، M.auratus (جـاران) ، M. capito (طوبار) ويطلق عليها معا بالبورى الرمادى .

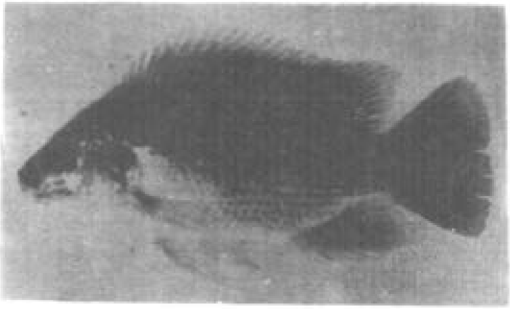
١٨ - قشر بياض (ساموس ، لافاش) Lates niloticus .

١٩ - بلطى Tilapia كالبلطى النيلى T.nilotica ، البلطى الأخضر T.zillii ، والبلطى الجاليلى T.galilaea .

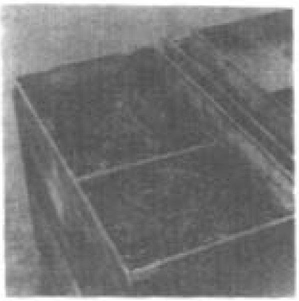
٢٠ - فهقة (تامبرا) Tetraodon fahaka .

أما أسماك الماء المالح فهى البورى والطوبار والجران والدنيس والبلطى الأخضر ؛ ويمدنا البحر المتوسط بالسردين والبورى والطوبار والقاروص والمرجان والوقار والمياس والدنيس واللوت وموسى ؛ وأهم أسماك البحر الأحمر السردين والبربونى والمرجان والكشر والسيجان والوقار والبورى والتونة .

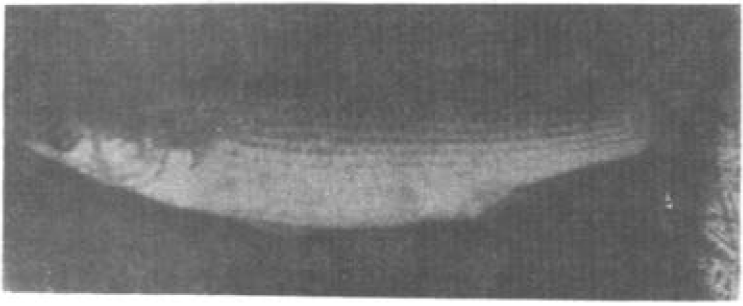
وفيما يلى نماذج للأسماك المصرية نيلية وبحرية .



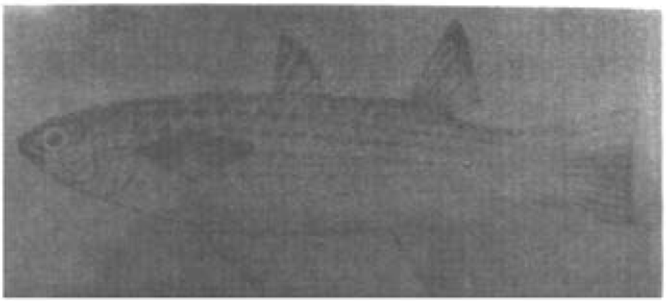
بلطى ماكروشير Tilapia macrochir



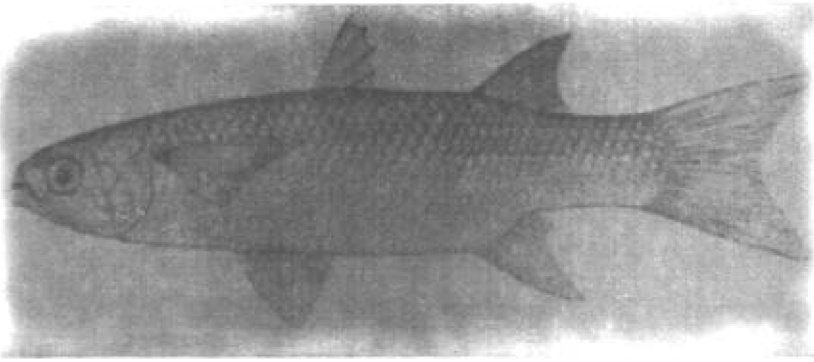
ثعبان سمك (حنشان) حجم صغير (٤٠ سم طول ، ١٠٠ حجم وزن)



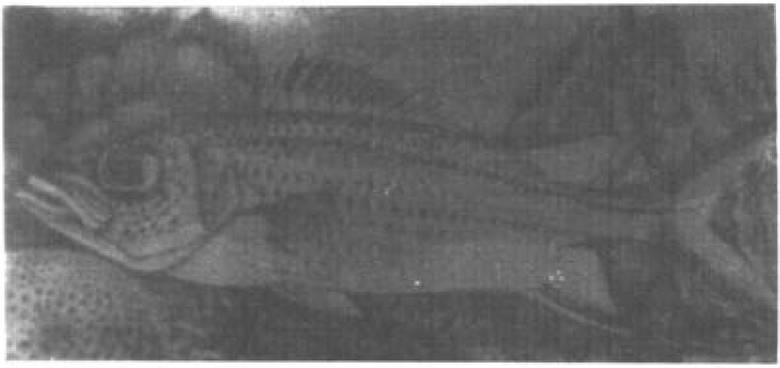
بوري رمادي Grey mullet (طوبار Mugil capito)



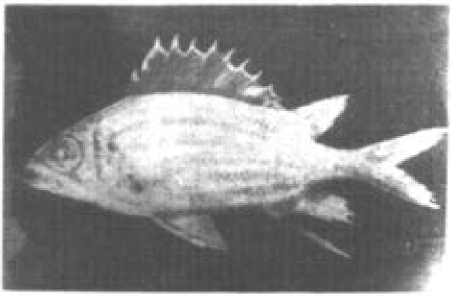
عربي عادي Mugil waigiensis



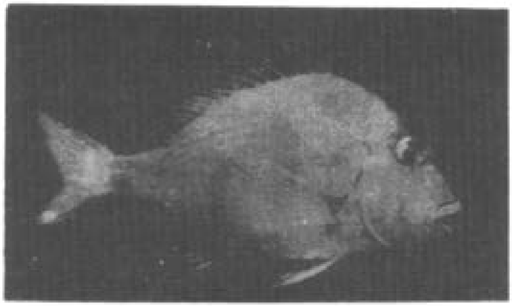
Mugil crenilabis عربي جيلاني



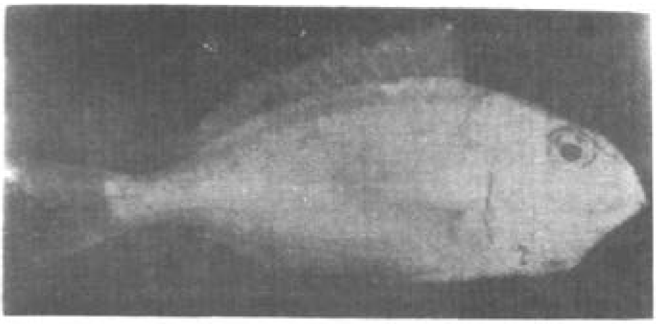
Holocentrus diadema بصيلي وردي



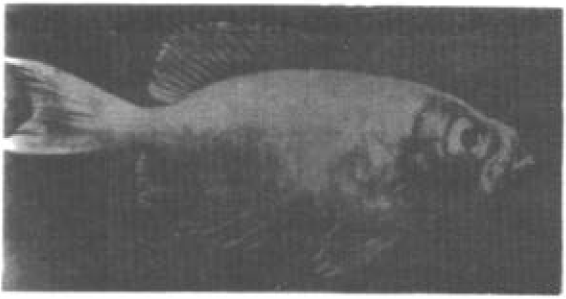
H.sammara بصيلي سمارا



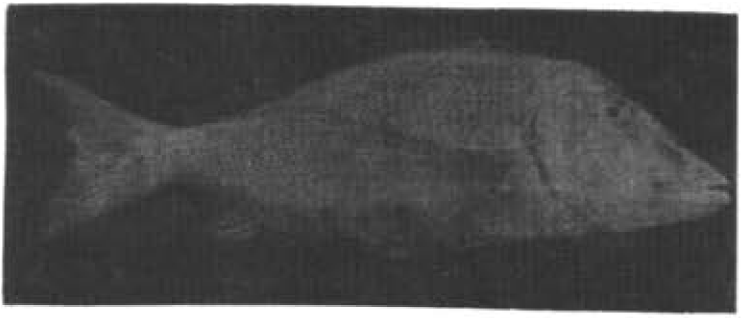
Argyrops spinifer مرجـــان



Pagurus haffara حفــــار

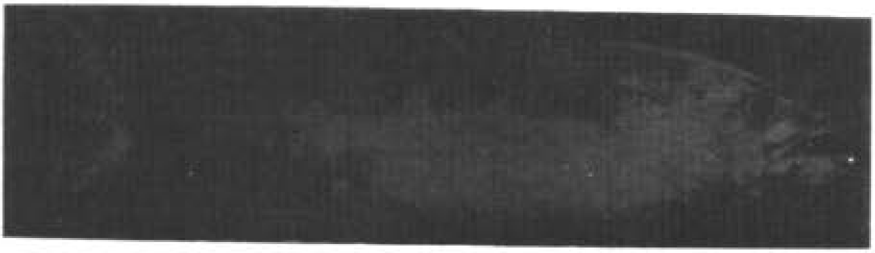


Periacanthus arenatus أبــو شــرارة



Lethrinus nebulosus شعــــور

Saurus tumbil مكـرونة سويســى



Gymnosarda تونـــة معقبـــة

ويبلغ إنتاج مصر من بعض الأسماك (إحصاء ١٩٨٣ عن FAO ١٩٨٧) الهامة بالطن :

نــــوع السمـــك	الانتـــاج
موسى Common sole	٥١٣
هاك أوربى European hake	١
شلبة عادية Common seabream	٢٧
شلبة ذهبية الرأس Gilthead seabream	٤٤٩
بورى أحمر Red mullets	٢٣٦
بورى Flathead mullets	٢٨٠
سمك أزرق Bluefish	٢٦٩

بعض نماذج الأسماك التجارية

أولا : أسماك الماء العذب :

أ - رتبة الأسماك كاملة التعظم Teleostei :

١ - **عائلة القنومات Cyprinidae** : تنتشر أسماكه فى كثير من بلدان العالم وتتغذى على الكائنات النباتية والحيوانية ، وتحتها جنسى اللبيس (وتحته خمسة أنواع ، منها : اللبيس النيلى Labeo niloticus) وجنسى البنى (الذى يوجد منه فى النيل حوالى ٣٥ نوعا ، منها : سمك البنى Barbus bynni) .

٢ - **عائلة أسماك الجرى (القلق) Siluridae** : منتشرة فى جميع أنحاء العالم وتضم خمسة عشائر (قرموط ، شلبة ، بياض ، شال ، رعاد) ومنها سمك الرعاد Malapterurus والقرموط Clarias lazera والكركور Hetrobranchus longifilis والبياض Bagrus bayad والشال Synodontis schall . والقراميط سريعة النمو ومنها ٣ أنواع رئيسية لجنس Clarias تنتشر فى جنوب شرق آسيا والهند وافريقيا والشرق الأوسط ، ويبلغ إنتاجها من المياه الداخلية المصرية (عدا بحيرة السد العالى) ٢٠ ألف طن سنويا (٤٪ من إنتاج المياه الداخلية) ، ويتحمل نقص الأوكسجين ويقبل على التغذية الصناعية فيزيد نموه . تبنى الكلارياس عشوشا أو ثقوبا بقطر حوالى ٢٠ - ٥٠ سم أسفل فى الماء لوضع البيض . وتجمع الزريعة بحصاد العشوش والتى يحتوى كل منها حوالى ٢ - ٥ آلاف قطعة من الزريعة ، إلا أن هذا الإنتاج الطبيعى غير كاف لامتداد زراعة هذه الأنواع . لذا دخلت فى منتصف

الخمسينات عملية التكاثر بالمعالجة الهرمونية وحازت بعض النجاح . وتغذى الزريعة فى أول ٢ - ٣ أسابيع على البلانكتون الحيوانى ثم أخيرا على السمك المطبوخ . ويتم استزراع القراميط وتكاثرها صناعيا بنسبة حيوية تصل إلى ٨٠ - ٩٠ ٪ فى اليوم الأربعين من الفقس ، ولهذا الغرض تجمع الأسماك البالغة Spawners وتخزن فى أحواض (٣٥ - ٣٥٠ م٢) أرضية طينية وجدرانها من الخرسانة أو الحجر وعمق المياه ١ - ١,٥ م مع تزويد الحوض بكهوف على الجوانب أو أنابيب من الأسمنت أو البلاستك على القاع مع تغطية نصف مسطح الماء بنباتات مائية طافية (كورد النيل) لتوفير الظل والإحساس بالأمان للسمك . فتوضع الأسماك عمر ١,٥ سنة أو ما تزيد عن ١٥٠ جم وزن (كل جنس منفصل عن الآخر) فى أحواض بمعدل ١٥ - ١٧ سمكة فى المتر المربع قبل التبويض بمدة ٣ - ٤ شهور . وتغذى على فضلات السمك المفرومة والأحشاء الحيوانية المفرومة ورجيع الأرز أو ردة القمح وكسب الفول الصويا أو كسب الفول السودانى بمعدل ٣ - ٥ ٪ من وزن السمك ، مع خفض كمية الغذاء فى حالة تغير ظروف المياه أو انخفاض درجة حرارة المياه . ولو كانت الأسماك من قطيع طبيعى Wild stock فيجب معاملتها هرمونيا مباشرة لتجنب آثار الجروح وامتصاص الأسبرمات والبيض خلال فترة حبسها .

وبالنضج تمتد وتطرى بطن الأناث مع استدارة واتساع الفتحه التناسلية genital pore بينما بطن الذكور تكون مسطحة والفتحة التناسلية صغيرة وبيضية الشكل . وكما فى حالة المبروك الصينى فإنه تحقن أسماك القرموط بنخامية المبروك والسيناهورين Synahorin أو الجوناجين Gonagen أو البيرجين Pubergen لإحداث التبويض . وتكون الجرعة معادلة لنخامية سمكة مبروك (٢ - ٣ مرات وزن أنثى القرموط) مع ٢٠ وحدة أرانب من السيناهورين أو ١٢٠ وحدة دولية من البيرجين تحقن مع النخامية لكل أنثى وزن ١٩٠ جم فأقل ، ويعلق هذا المخلوط فى محلول رينجر Ringer's solution (مكون من ٠,٧ ٪ كلوريد صوديوم ، ٠,٠٣ ٪ كلوريد بوتاسيوم ، ٠,٠٢٦ ٪ كلوريد كالسيوم ، ٠,٠٠٣ ٪ بيكربونات صوديوم) وتنقسم إلى جزئين تحقن للإناث بينهما ٨ - ١٠ ساعات وتحقن فى العضل أسفل الزعنفة الصدرية .

ولاتحتاج الذكور الكبيرة أو المسنة إلى حقن ، لكن صغار الذكور (عمر وحجما) تحتاج إلى الحقن بنصف الجرعة الكلية المعطاة للإناث ، تحقن فى نفس زمن الحقنة الثانية للإناث . وعقب الحقن تنقل الأسماك ذكورا وإناثا إلى تانكات بلاستيك كبيرة أو أحواض خرسانة جيدة التهوية ، فعلى درجة حرارة ٢٦ - ٢٩ °م تبدأ فى الإنزال فى ظرف ١٨ - ٢٤ ساعة حسب اختلافات درجة الحرارة ودرجة النضج للسمك .

ولتقدير نضج ripeness البيض تضغط البطن للإناث برفق فينساب البيض الناضج بلونه الأحمر الداكن ، بينما البيض الأخضر زائد النضج Over ripe لاينساب بسهولة ويكون لونه مبيضا . بينما الذكور لاينساب سائلها المنوى بالضغط ، إذ يتطلب الأمر فتحها للحصول على الإسبرمات ، إذ توجد الخصيتان على جانبى التجويف البطنى بلون قرنفلى مستطيلة مشرشرة ، فتزال الخصيتان وتقطع إلى شرائط عرض حوالى ٣مم وتخلط مع البيض لإخصابه . فيكون قطر البيض المخصب ٠,١٩ مم فيتم غسيله ٥ - ٦ مرات

بالماء وتنقل إلى حوض الفقس وهو حوض خرسانة صغير أو من الطوب بعمق مياه حوالى ٦٠سم ، فينثر البيض المخصب على مسطح شباك نيلون فى صوان خشبية أو إطارات سلكية مغموسة مباشرة تحت سطح المياه ، يلتصق البيض المخصب (بعد امتصاص الماء) بالشبكة ، وعلى درجة حرارة ٢٧ - ٢٩ °م يفقس البيض فى حوالى ٣٠ ساعة ، ويخرج الفقس بطول حوالى ٤٦ , ٠ مم بأكياس صفار واسعة بعرض حوالى ١٨ , ٠ مم يتم امتصاصها فى الثلاثة أيام التالية للفقس والتى يكون الفقس خلالها غير نشط فيما عدا حركة التذبذب wiggling للذيل . ثم تبدأ الزريعة بعد ذلك فى الحركة والأكل .

وفى أثناء التفريخ ينبغى توفير الأوكسچين ، سواء بتهوية المياه أو تغييرها تدريجيا ، دون إحداث اضطراب للبيض أو للفقس ويجب تجنب التغيير المفاجىء لدرجة حرارة المياه . ولتجنب العدوى الفطرية يضاف للمياه أخضر ما لاكيت Malachite Green ٢ , ٠ جزء / مليون أو أزرق ميثيل Methylene blue ١ -٢ جزء / مليون . وعند بداية التغذية للزريعة فى اليوم الرابع من الفقس فإنها تتغذى على الدافنيا daphnia والروتيفيرا rotifers كهوائم حيوانية فيجب إضافتها بكميات كبيرة مع ترشيح الكبير منها عن ٦٠٠ ميكرون (٦ , ٠ مم) لاستبعادها . ومن اليوم الثامن يجب تغذية الزريعة على التوبيفكس tubifex ولحم المحار المقطع إضافة إلى الدافنيا . وبداية من اليوم الثلاثين تغذى على مخلوط سمك مفروم ودم وأحشاء حيوانية مع الردة والرجيع وكسب الصويا أو كسب الفول السودانى . و فى عمر ٤٠ يوما تصل ٢,٥ - ٤ سم طول وهو حجم مناسب لتخزينها فى أحواض سبق استزراعها بالدافنيا كأهم غذاء لزريعة القرموط أو تزرع الدافنيا فى أحواض منفصلة سبق صرفها وتجفيفها شمسيا ثم تجييرها (٣٠٠٠ كجم / هكتار) وإخصابها (سماد بلدى أو غير عضوى) وإدخال المياه بعمق ٦٠ سم فتنمو الدافنيا بعد حوالى أسبوعين وتجمع بشباك وتنقل لتغذية الفقس hatchlings . وأحواض الرعاية تكون جوانبها خرسانة أو حجارة وإن كانت طينا فتكون قوية سميكة لأن القراميط تحفرها ، وتكون مساحتها عادة ٨٠ - ١٦٠٠م٢ وارتفاع جوانبها ٥ , ١م وعمق المياه ٤٠ - ١٠٠ سم ، وتزود بكهوف أو أنابيب خرسانة أو بلاستيك بقطر ١٣ سم وطول ٥م تغطس فى القاع لتوفير أماكن للاختباء للسمك ، وكما فى أحواض التبويض يجب تغطية حوالى نصف مسطح المياه بنباتات مائية لتوفير الظل . ولاحتمالها انخفاض تركيز الأوكسچين ، ترتفع نسبة تخزينها إلى حوالى ١٠٠ - ٢٠٠ أصبعية طول ٢,٥ - ٣,٥ سم (وزن كلى ١ - ١,٥ كجم) فى مساحة ٣,٣ م٢ ، وبزيادة حجم السمك يعاد توزيعها إلى أحواض بمعدل تخزين أقل .

والقراميط أسماك كانسة فتتغذى على مخلوط من مفروم السمك وكسب الصويا ومطحون الشوفان المطبوخ ويشكل فى كور ، ويجب إضافة كسر القواقع . ويوضع الغذاء فى سلال سلك تنخفض فى الماء . وتتم التغذية مرة فى اليوم كل عصر بمعدل ٣-٥ ٪ من وزن السمك حسب الطقس وظروف المياه وشدة التغذية .

وتنمو القراميط بسرعة فى الفترة من الشهر الثالث بعد الفقس وحتى عمر سنة، بعدها ينخفض النمو. وتبلغ الأصبعيات طول ٢,٥ - ٣,٥ سم فى سنة إلى ١٢٠ جم وزن وهو وزن التسويق ، وإن كان الوزن

الأكبر يدر ربحا أكثر . ويعطى الحوض سعة ١,٠ هكتار ٢,١٦ طن سمك فى السنة (متوسط وزنه ١٥٠ جم) تباع حية .. ويتم صيدها بشباك غطس من كهوفها حيث تختبىء أو برفع الأنابيب وتفريغها فى الشباك وتنقل لأحواض أسمنتية أو حجرية صغيرة لمدة ١ -٢ يوم لإفراغ أحشائها وتخليصها من طعم الطين ثم تباع بعد ذلك . وتنتج تايلاند من الكلارياس حتى ١٠٠ طن/ هكتار/سنة من زراعته فى أحواض .

ويختلف موسم تكاثر القراميط كثيرا باختلاف الأنواع كما يظهره الجدول التالى :

نوع القراميط	مكان تربيتها	موسم تكاثرها
Clarias batrachus	بنجلاديش تايلاند الهند	مايو إلى يونية مايو إلى أكتوبر (أوسبتمبر) (يونية) يوليو إلى سبتمبر
Clarias gariepinus	روديسيا ترانسفال مالاوى جنوب غرب إفريقيا جنوب إفريقيا	نوفمبر إلى فبراير أكتوبر إلى فبراير (نادراً مايو) سبتمبر إلى مارس نوفمبر إلى مارس نوفمبر إلى فبراير (نادرا سبتمبر إلى أبريل)
Clarias lazera	نهر النيل مصر غرب إفريقيا إفريقيا الوسطى والغربية	يوليو إلى سبتمبر مارس إلى سبتمبر يوليو إلى سبتمبر يوليو إلى أكتوبر
Clarias macrocephalus Clarias mossambicus Clarias senegalensis	تايلاند ماليزيا أوغندا - بحيرة فكتوريا غرب إفريقيا غانا	مايو إلى سبتمبر أبريل إلى يوليو / سبتمبر إلى نوفمبر أبريل ، ديسمبر يوليو ، أغسطس أبريل إلى سبتمبر

وعلى ذلك يختلف دليل المناسل الجسمى لكلا الجنسين باختلاف شهور السنة .

ب - رتبة الأسماك البسيطة Haplomi :

١ - عائلة الأسماك المنقارية Serranidae : وهى من آكلات اللحوم ، ومنها : سمك القشر Lates niloticus

٢ - عائلة البلطى Cichlidae الاستوائية : وهى أسماك ماء عذب منها أكل لحوم ، ومنها آكل نباتات ، وكل الأنواع الخمسة والسبعين للبلطى أصلها من قارة إفريقيا وفلسطين . والاتجاه الحالى يميل إلى تقسيم البلطى إلى ٣ أجناس هى . Tilapia . Sarotherodon Oreochromis على أساس الاختلافات فى العادات الغذائية والتناسلية والتشريحية والخصائص الالكتروفورية Electrophoretic characteristics . فأنواع جنس Tilapia تبحث عن أشياء تبيض عليها Substrate spawners بينما جنس Sarotherodon يرعى الوالدان صغارهما Biparental ، وجنس Oreochromis تحتضن الإناث بيضها الملقح فى فمها maternal mouthbrooders .

وانتشرت زراعة البلطى فى السنوات الأخيرة ، لأنها تعيش على الأغذية المائية من هوائم وفتات وغيره ، ولتكاثرها فى الأسر ، ولمقاومتها للتداول والأمراض وسوء جودة المياه ، ولنعومة تركيب السمك ، وبياض لحمة ، وامتياز طعمه . وأهم الأنواع استزراعا هى :

Oreochromis niloticus

O.mossambicus

O.aureus

Tilapia rendalli

T. Zillii

ومشكلة استزراع البلطى الموزمبيقى فى نضجة الجنسى فى عمر ٢ - ٣ أشهر وحجمة ٨ - ٩ سم ويستمر فى التبويض كل ٤ - ٦ أسابيع خلال السنة تحت الظروف الحارة ، وتنتج الأنثى ١٠٠ - ٥٠٠ بيضة / تبويض . وهذا يؤدى إلى الزحمة وعدم كفاية الغذاء وإعاقة النمو . والأنواع الأخرى من البلطى لها نفس الصفة وإن كانت تنضج لحد ما متأخرا نسبيا وفى حجم أكبر .

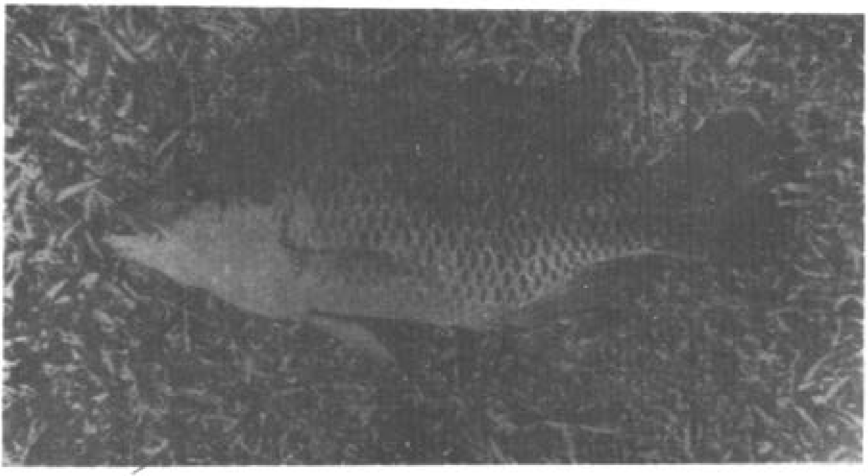
وأسماكها الإناث تحتضن البيض المخصب فى فمها حتى يفقس ، ومنها سبعة أجناس تعيش فى النيل ، وجنس البلطى يضم البلطى الأخضر Tilapia Zillii ، بلطى أبيض (نيلى ، سلطانى) T.nilotica .

وقد بدأت تجارب استزراع البلطى فى إفريقيا عام ١٩٢٤ ، وترجع حفريات بحيرة فيكتوريا وجود

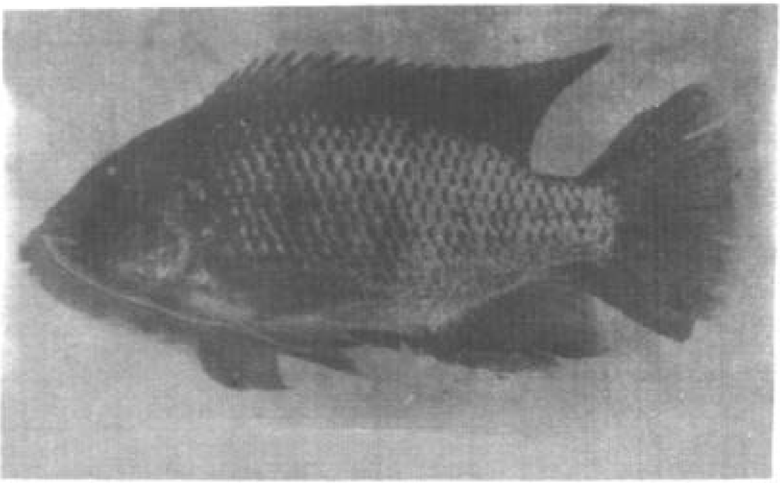
جنس البلطى منذ حوالى ١٨ مليون سنة . وفى الفترة ١٩٠٩ - ١٩١٦ تم تصنيف البلطى منذ حوالى ١٨ مليون سنة . وفى الفترة ١٩٠٩ - ١٩١٦ تم تصنيف البلطى إلى ٩٦ صنف فى إفريقيا وفى هذه الفترة أدخل إلى جزيرة جاوا ثم انتشر فى المياه الدافئة فى أنحاء العالم . وقد تم تقسيم البلطى مؤخرا إلى جنسين ، هما : Sarotherodon , Tilapia ولكن لسهولة الإشارة إلى المجموعة فيطلق عليهما معا Tilapia لكن الأسم العلمى يشير إلى الجنس المقصود ، وهذا التقسيم يعتمد على نوع التربية والتغذية فأنواع (التيلابيا) تضع بيضها وتحرسه حتى يفقس وترعى فقسها وهى آكلات عشب ، بينما أنواع (الساروثرودون) فتحتفظ بالبيض فى فمها حتى يفقس وتميل إلى التغذية على البلانكتون . والبلطى أكثر الأنواع (بعد المبروك) استزراعا فى العالم . والبلطى الموزمبيقى Sarotherodon mossambicus ينتشر فى المناطق الحارة (درجة حرارة شتائها ٢٠ °م) ولا تحتاج إلى تدفئه تانكاتها فى الشتاء كما يحدث فى الاباما فى الولايات المتحدة وفى إسرائيل واليابان . وتنتشر أسماك البلطى الأخضر T.Zilli والرندالى T.rendalli لتغذيتهما على الحشائش والتحكم فى نمو الحشائش . وتستزرع أسماك بلطى الماكروشير S.macrochir والهورنورم S.hornorum بغرض إنتاج هجين كله ذكور . وعموما فيستزرع البلطى الآن بنجاح فى جنوب شرق آسيا (اليابان - الجمهوريات الآسيوية (السوفييتية سابقا) - شبه القارة الهندية) ، وأوربا (المانيا - فرنسا - روسيا) ، وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية (ولايات لويزيانا ، فلوريدا ، الاباما ، كاليفورنيا) ، وأمريكا اللاتينية (المكسيك ، البرازيل ، كولومبيا ، نيكاراجوا) .

أسماك البلطى آكلات عشب ، وبعضها متنوع (مختلط التغذية) وتتعود بسرعة على التغذية الصناعية ، ومعظمها يتحمل الماء الآسن (الضارب للملوحة أو الشروب) brackish ، وبعض الأنواع تنمو وتتكاثر فى ماء البحر . ورغم انخفاض القيمة الغذائية والتصافى للبلطى عن المبروك إلا أن البلطى الأكثر تنوعا وجذباً اقتصاديا فى إفريقيا كلها . والبلطى أقل احتياجا للعمالة (٠,٢ رجل / سنة / هكتار) . وإنتاج الهكتار من البلطى يبلغ طن (فى المزارع غير المكثفة) . ويتوقف سعر البلطى على حجمه (فى إفريقيا) أو على لون جلده ومنافسه سمك اللبن وقت التسويق (فى جنوب شرق آسيا) .

ويستخدم البلطى الزيلى والرندالى فى مقاومة الحشائش لكن يفضل الزيلى لانخفاض خصوبته عن الرندالى ، كما تستزرع أنواع البلطى الموزمبيقى والرندالى والملانوثرون التى تتغذى على الطحالب والحشائش النامية (ملجأ يرقات الناموس) وقد تستهلك يرقات الناموس . كما يستزرع البلطى الموزبيقى فى هاواى لاستخدامه كطعم Bait fish لأسماك الأخرى وكفريسة للأسماك الأخرى كالفرخ والتراوت ، أو لرياضة الصيد أو لأحواض الزينة (بلطى ملانوثرون) . وقد فشلت محاولة إدخال البلطى الموزبيقى لمصر ، إذ يقل نشاطه على حرارة منخفضة ويقف نموه ويموت بانخفاض الحرارة عن ١٥ °م . ويحتمل فقس البلطى الاختلافات الحرارة أكثر من تحمل اليرقات أو الأسماك البالغة. وفى روديسيا يتم الحصول على ٩ طن بلطى / هكتار / سنة إذا كان معدل التخزين ٣٠ ألف / هكتار ويتم الحصاد ٣ مرات / سنة بوزن تسويق ٩٠ جم / سمكة . وعامل المكان (أو مساحة سطح الماء أو حيز الحركة للسمك فى جسم الماء



بلطــى موزمبيقى S.mossambicus



بلطى رندالى T.rendalli

living space factor هام للبلطى ، فالسمك المربى فى مكان رحب ينمو أسرع من المربى فى أماكن ضيقة وذلك راجع للاعتداء والسيادة داخل وبين المجاميع التى تظهر أكثر فى المكان الضيق فتفقد الأسماك طاقتها فى الاعتداءات والمنافسات فيقل نموها . كما يرجع نقص النمو إلى نوع من المواءمة مع ظروف بيئية غير مواتية .

يتحكم مستوى التغذية فى المزرعة فى كمية السمك المسكنة لوحدة المساحة وتزيد كثافة التسكين بزيادة إضافة الغذاء . ويقال عن المزرعة إنها بلغت أقصى محصول ثابت maximum standing crop (M.S.C.) أو مقدرة حمولتها Carrying capacity إذا كان السمك يستخدم كل الغذاء دون أى زيادة أونقصان فى وزن . ويتوقف المحصول الكلى لوحدة المساحة على وزن التسكين المبدئى initial stocking mass لوحدة المساحة وليس على عدد السمك لوحدة المساحة . وقد سجل إنتاج البلطى الموزمبيقى فى مزارع غير مسمدة بمقدار ٨٩٦ كجم / هكتار، بينما قد سجل إنتاج البلطى الموزمبيقى فى مزارع مسمدة بمقدار ٢١٢٨ كجم / هكتار، كما قد سجل إنتاج البلطى الموزمبيقى فى مزارع مسمدة مع تغذية صناعية ٦١٦٠ كجم / هكتار .

وأفضل موعد للحصاد قبل انخفاض النمو لأنه غير اقتصاديا أن يحتفظ بالسمك عندما يصير نموه معدوما ، فلذلك يجب تقدير .M.S.C ويجرى الحصاد الجزئى Skimming ببلوغ مقدرة الحمولةحتى يتوفر الغذاء لباقى السمك فينمو أسرع ويصير اجمالى المحصول أكبر مما لو حصد مرة واحدة . وإذا سُكن السمك فى مزرعة بلغت مقدرة حمولتها فإنه يقف نموه ولو نقل إلى مزرعة أخرى مازلت لها قدرة على النمو فإنه يبدأ النمو ثانية .

ويمكن للبلطى بكل أنواعه أن يعيش على مستوى منخفض من الأوكسچين حوالى ١ مجم / لتر ، والحد الأدنى المميت لعدد من أنواع البلطى ٠,١ مجم / لتر أوكسچين. والسمك الكبير يقل احتياجه للأوكسچين عن السمك الصغير لذلك يحتمل انخفاضه إذا كان أعلى من المستوى الحرج . وبانخفاض الأوكسچين يمر البلطى بميتابوليزم لاهوائى على حساب النمو . ويحتمل البلطى (ماكروشير) ارتفاع تركيز ثانى أوكسيد الكربون (٧٢,٦ جزء / مليون) لو توفر الأوكسچين مع ارتفاع رقم pH الماء . ولافتراض انحدار البلطى من أسلاف بحرية فإنه يحتمل الملوحة ويعيش فى الماء الشروب ، والزيلى أكثر تحملا فيوجد فى بحيرة البردويل على ملوحة ٤١ – ٤٥ ٠/٠٠ ، كما اندثرت أسماك البلطى النيلى والجاليلى من بحيرة قارون عند انخفاض ملوحتها (١٠ – ٢٦ ٠/٠٠) والأهم هو التدرج والتأقلم على الملوحة وعدم الانتقال المفاجىء إلى ماء مالح . ولاتتكاثر أسماك البلطى فى الماء المالح لذا لايخشى من عدم فصل الأجناس لأن الأعداد لن تزيد إذا استزرع البلطى فى أحواض ماء آسن فتنمو أفضل ولاتتناسل .

وقد تحتفظ ذكور أو إناث البلطى (أو الجنسين معا) بالبيض المخصب لحين فقسه فى فمها mouth brooders ، والأنواع التى لاتحتفظ ببيضها فى فمها لحين الفقس substrate spawners فإنها تضع عددا أكبر من البيض الأصغر حجما عن التى تحتضن بيضها فى فمها . ورغم صغر نسبة وزن البيض إلى جسم البلطى عن الأسماك الأخرى إلا أن البلطى يضع عدد مرات أكثر . والبلطى ينضج بعد ٢ – ٣ سنوات فى الطبيعة ولكن ينضج أسرع جدا (أقل من ٦ شهور) فى المزارع وهذا هو سبب إنتاج العدد الكبير من البيض صغير الحجم تحت الظروف غير المواتية . وعليه فالأسماك البلطى التى تضع البيض متباينة الحجم والعمر بشدة مما يسبب مشكلة فى المزارع وزيادة فائقة فى الأعداد تحت الظروف المغايرة . ويحدث تبويض

البلطى على درجة حرارة ٢٠ - ٢٣ °م . وفى الإنتاج المكثف يعتمد على التناسل الصناعى فتحقن أسماك البلطى النيلى فى البريتون بجونادوتروفين آدمى (٢٥ وحدة دولية / ١٠٠ جم) ومستخلص نخاميـة المبروك (٠,٢٥ مجم أو ٢٥٠ وحدة دولية / ١٠٠ جم) فيؤدى ذلك لإحداث التبويض Spawning فى أحواض على درجة حرارة ٢٥ - ٢٩ °م وإضاءة ١٢ - ١٤ ساعة / يوم وعليقة مرتفعة البروتين وماء نظيف فى أحواض ٢٠٠ × ٥٠ سم . وللتهجين تختار الأسماك الناضجة عند زيادة كثافة صبغاتها وانتصاب قشورها واحتقان حلماتها التناسلية لبداية وضعها ثم يستكمل إنزال البيض باليد بإمرار الأصابع أسفل البطن ويخلط البيض بالمنى Milt فى طبق أو أن يخلط المنى أولا بالماء لزيادة حجمه وخفض كثافته ثم يخلط مع البيض ٦٠ ثانية قبل صرف الماء والاسبرمات ووضع البيض فى الحضان (مفرخ) incubator أو أن يخلط البيض بالمنى ١ - ٢ ق ثم يضاف ١٠سم٣ محلول ملح فسيولوجى ويقلب ٢ ق قبل الغسيل تحت تيار منخفض من ماء الصنبور . يحضن البيض على ٢٥ - ٢٧ °م فى أوان على مناضد متحركة لضمان وفرة الأوكسجين ، ويزال البيض التالف ويغير الماء كلما تعكر ، وينقل الفقس إلى أحواض أو أقفاص عقب امتصاص كيس الصفار .

البلطى النيلى يشتمل على أفراد عديدة الكروموسومات Polyploid . أى لها ٣ مجاميع كروموسومية أو أكثر بدلا من المجموعتين المعتادتين ، وتحدث هذه الظاهرة بعد صدمة برد من ٣٢ إلى ١١ °م لمدة ساعة بغمس البيض المخصب فى ماء بارد فينتج ٧٥ ٪ أفرادا عديدة الكروموسومات ، وبعد ١٤ أسبوع تكون هذه الأفراد أكبر عن ثنائية المجاميع الكروموسومية Diploid بمعدل ٣٣٪ أى يمكن حصادها مبكرا بثلاثة شهور .

وتتغذى صغار البلطى حتى حجم ٥سم على الهوائم النباتيه فقط (ولاتتغذى صناعيا) ثم تتغذى أسماك التيلابيا على الأعشاب وأسماك الساروثرودون على النباتات والحيوانات الدقيقة . وتقدم الآباء بمضغ الغذاء وتحويله إلى عجينة تقذفه إلى صغارها . ويمكن تغذية الأسماك الأكبر من ٥سم صناعيا سواء غذاء محبب Pelleted أو غير محبب . والأسماك آكلة العشب يلزمها حوالى ١٠ ٪ من عليقتها أن يكون من مصدر حيوانى .

وأفضل معدل تخزين Optimum stocking rate يتراوح مابين ١٠ - ٢٥ ٪ من المستهدف صيده أو حصاده من البلطى . والتخزين على أساس الوزن أفضل وأدق وأبسط فى الإجراء عن التخزين بالعدد لصعوبة العد ولأنه قد تتساوى الأعداد لكن تختلف الأسماك فى وزنها وفى احتياجاتها الغذائية فلا يمكن المقارنة بين أرقام الإنتاج ، فشدة كثافة السمك (٢٠٠ ألف / هكتار أى حوالى ٨٤ ألف / فدان) البلطى فى المزارع جيدة التهوية الصغيرة أعطت نموا مقبولا ، فالتهوية تقلل من تأثير عامل المكان ، ويبلغ إنتاج المزارع ٨٪ من إجمالى الإنتاج السمكى فى إفريقيا (وتشكل المزارع ٤٨٪ من إنتاج المياه العذبة فى نيجيريا) . ويشكل البلطى ٦٠ - ٧٠ ٪ من أسماك المزارع فى إفريقيا .

وتستزرع أنواع عديدة من البلطى (نيلى ، رندالى ، موزامبيقى ، ماكروشير ، جاليلى ، زيلى ، اسكولنتى) ، إلا أن النيلى أكثر تفضيلا خاصة فى أنظمة الإنتاج المكثف لنموه السريع وكفاءة تحويله الغذائى الطبيعى والصناعى مما يمكنه من بلوغ حجم التسويق قبل بدايته فى التكاثر .

ويخزن البلطى فى مجاميع متباينة العمر وتصرف الأحواض للحصاد وتعاد الأسماك الصغيرة للأحواض ثانية ، أو يخزن فى مجاميع متجانسة الحجم ويصاد منها مايصلح للتسويق مع إعادة الحجوم الصغيرة ثانية للأحواض وذلك لعدم تزامن Synchronization التكاثر فى البلطى ، وعليه فيحتوى الحوض الواحد على مجاميع عمريه مختلفة باستمرار ، وعليه فلا تتنافس على الغذاء ، وقد يخزن بعمل أحواض لكل عمر أى لوضع البيض وللزريعه وللتسمين كل على حدة على أن يكون حوض الأمهات (وضع البيض) حوالى ١٠٠ م٢ ولايتسع عن ٥٠٠ – ١٠٠٠م٢ ويوضع ١ –٥ أزواج من السمك الذى سيضع البذرة Seed لكل ١٠٠م٢ ، ويربى الفقس حتى ٤سم ثم تصاد بشبكة وتنقل إلى حوض النمو بمعدل تخزين طبقا لجودة الماء ومستوى التغذية . وقد يصرف حوض الأمهات مباشرة لخفض التزاحم ولتكثيف تغذية الفقس حينما يصير قادرا على التهام الغذاء الطبيعى أو الصناعى وقد يخزن جنس واحد فقط فى أحواض الإنتاج لاستبعاد مشكلة التكاثر فتقل الزحمة وتصل الأسماك لحجم التسويق قبل بلوغها جنسيا .

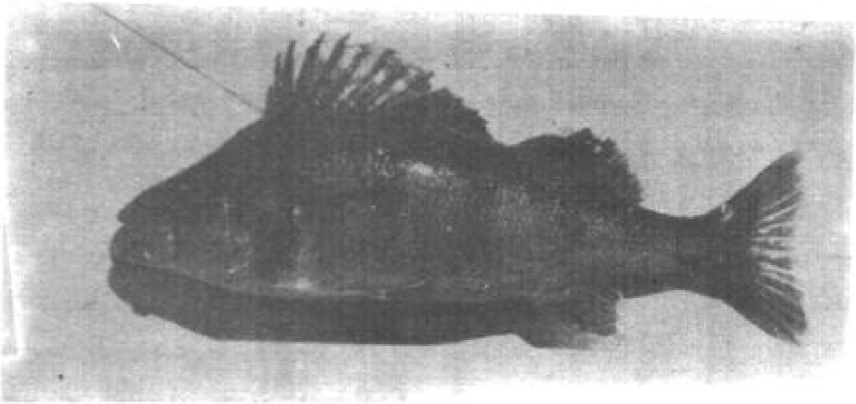
وقد يجرى التخزين لأنواع مختلفة فى مزرعة مختلطة Polycultrre لزيادة المقدرة الإنتاجية فقد استزرع من البلطى نوعين معا مختلفان فى عادتهما الغذائية هما الرندالى (عشبى) والماكروشير (أكل الدقائق) فى زائير كما استزرع النيلى مع الجليلى والزيلى ، كما استزرع البلطى مع المبروك (مع العناية بمعدل تخزينها معا لخفض التنافس داخل كل نوع وبين النوعين) . ورغم أنه فى إسرائيل استزرع المبروك والبورى والبلطى وانخفض إنتاج كل منها بمقدار ٢٨ ٪ عما لو استزرعت كل منها على حدة إلا أن الانتاج الكلى للمزرعة زاد بمعدل ٣٠ ٪ – ٥٠ ٪ . وقد بلغت نسبة المبروك إلى البلطى كنسبة ١ إلى ١ فى أوغندا باستخدام معدل تخزين وتغذية عاليين ، أو ١ : ١,٥ فى نيجريا وكان الإنتاج حتى ٢,٣ طن / هكتار / سنة . وهذا الخليط يحتاج عناية فائقة فى حجم وعدد الأسماك عند التخزين لأن حجم المبروك وكثافة تخزينه تؤديان إلى عدم كفاية الغذاء الطبيعى ، كما أن زيادة كثافة تخزين البلطى تعيق نمو المبروك . وتعد المزارع مختلطه كذلك اذا احتوت نفس نوع البلطى لكن اعمار مختلفة. كما استزرع البلطى النيلى مع القراميط فى افريقيا (بإنتاج ١ – ٣ أو ٣ – ٧ طن / هكتار / سنة عند التسميد أو التغذية الصناعية على الترتيب) فى ولاية الاباما . وخلط البلطى مع سمك اللبن فى مزارع الفلبين معا .

طرق التحكم في التكاثر Methods of controlling reproduction :

١ - الافتراس Predation :

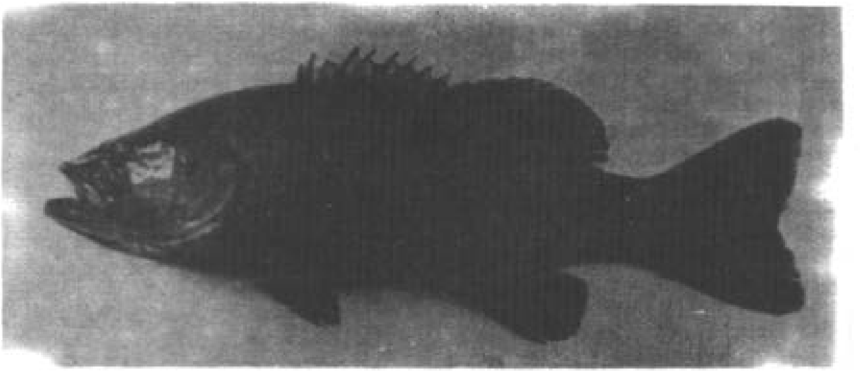
يستخدم الافتراس كوسيلة بيولوجية للتحكم فى العشيرة فتؤدى إلى زيادة الحجم النهائى للسمك البلطى المحصود علاوة على الإنتاج الإضافى من الأسماك المفترسه ، لكن ينبغى الاتزان بين العشائر وإلا زاد نشاط المفترسات ولاتترك كمية كافية من الفقس لينمو أو العكس أى أن تكون كمية المفترسات غير كافية فلا يكون لها تأثير . وأهم المفترسات للتحكم فى تكاثر البلطى فى المزارع هى :

فرخ قشر النيل Nile perch يستخدم لهذا الغرض فى حوض النيل فى السنجال وأوغندا والنيجر لكنه لايتكاثر فى الأحواض مما يقلل من أهميته ، وصغاره حساسة جدا فى التداول ولانخفاض مستوى الأوكسچين مما يجعل معدل نفوقها عالى .



فرخ قشر عادى (Common perch (Perca fluviatilis

سمك الفرخ واسع الفم largemouth bass يخفض الفقس بمعدل ٥٠ - ٧٥ ٪ ويزيد من نسبة السمك القابل للصيد ويتوقف الإنتاج الكلى على وفرة الغذاء الصناعى ، إلاأن زيادة التغذية تخفض الأوكسچين وتقتل سمك الفرخ . والفرخ حساس للعكارة (أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون) مما يقلل من استخدامه لأن العكارة من صفات احواض السمك فى إفريقيا والفرخ أقل كفاءة فى افتراس البلطى عن فرخ قشر النيل . ويفضل إضافة المفترسات من أسماك الفرخ قبل بلوغ البلطى عمر عام أى قبل النضج الجنسى مباشرة .



سمك فرخ Bass أسود صغير الفم (Micropterus dolomieu)

أسماك Hemichromis fasciatus توجد في غرب إفريقيا وتستخدم بنجاح لأنها تتكاثر بخصوبة عالية فتخزن بمعدل ٢٪ من القطيع الكلي في طول أكثر من ٥ سم فتخفض عدد فقس البلطي بكفاءة .

ومن مشاكل التحكم بالافتراس : صعوبة الحصول على زريعة المفترسات ، والمحافظة على نسبة مُثلى بين البلطي والمفترسات ، والمحافظة على حجم مثالي للبلطي بالمقارنة بحجم المفترسات وهذا يتوقف على توقيت إدخال المفترسات . ونسبة تخزين المفترسات تتوقف على شراهتها Voraciousness فكلما قلت شراهتها زادت نسبتها في التخزين وهذه تتوقف كذلك على خصوبة البلطي ومعدل نموه ونسبة تخزينه وكذلك مهم معرفة معدل نمو المفترسات وكفاءة تحويلها الغذائي لحساب العدد اللازم من المفترسات وحجمها .

٢ - مزارع الجنس الواحد Monosex culture :

وذلك لتجنب التكاثر قبل النضج الجسمي بتخزين فقس من جنس واحد ، ويجرى ذلك بفصل الأجناس بالفرز أو بتحوير الجنس بطرق عدة كما يلي :

أ - **تمييز الجنس بالفرز** : تمتاز الذكور بسرعة نموها عن الإناث لذلك تفرز الاصبعيات من حيث مظاهر الجنس وتستزرع الذكور فقط وتستبعد الإناث. وهي مستهلكة للعمالة والوقت إذ يفرز الرجل في اليوم حوالي ألفين من الإصبعيات أي أن ١٠ أحواض سعة كل منها ١/٢ هكتار إذا خزنت بمعدل ٥٠٠٠ سمكة / هكتار يلزمها ٢٥ عامل للفرز يوم كامل . هذا بجانب

فقد ٢٥٠ كجم من الإناث بفرض وزنها ١٠ جم . ويرجع زيادة نمو الذكور لجانب وراثي وآخر بيئى، إذ أنها أكفأ فى تحويل الغذاء وفى الحصول عليه لأنها أكثر شراسة عن الإناث كما أنها تاكل أكثر علاوة على أن الإناث لاتاكل وقت تحضين البيض فى فمها مما يوضح سبب الفرق بين الجنسين. ولاتنجح كل النتائج مع أنواع البلطى المختلفة فى المزرعة وحيدة الجنس إذ لم تنجح مع الرندالى والزيللى والماكروشير والنيلى رغم نجاحها مع الموزامبيقى والكافونسيس . وإذا لم يكن التجنيس دقيق جدا فإن دخول أنثى واحدة يضيع كل جهود الفرز.

ب - **التهجين** : لإنتاج نسل كله ذكور ، وبهذا نتغلب على مشاكل التجنيس - وتفاصيل التهجين سترد بعد ذلك .

جـ - **التعقيم الجنسى بالإشعاع** : الإشعاع المتأين يؤثر على الجهاز التناسلى فى السمك . فقد وجد أن دليل المناسل الجسمى gonadosomatic index للبلطى الزيللى والنيلى يقل بالتعرض لأشعة جاما من الكوبلت المشع والتى تعقم الذكور إذا كانت حديثة الفقس لأن المناسل فى أثناء نموها المبكر تكون حساسة أكثر للأشعة . وهى طريقة سهلة لكن تحتاج إلى إيضاح ما إذا كانت تخلف متبقيات ضارة على المستهلك .

د - **الخصى الكيماوى** : فقد استخدم مركب يثبط من وظيفة هرمونات الجونادو تروفين المفرزه من الغدة النخامية وهو مركب ميثاليبيور Methallibure فى الماء المحتوى أسماكا ناضجة فيؤدى إلى قمع مناسل الجنسين. وقد استخدم مع البلطى النيلى والموزامبيقى ، وقد يغلف المركب العلف المضغوط فيكون أكثر كفاءة فى أحواض البلطى فيزيد معدل النمو بمعدل ٢٠٠ ٪ . ويمكن عدم مداومة استخدامة بل يستخدم على فترات للتأثير على النضج بطريقة اقتصادية .

هـ - **انقلاب الجنس** : باستخدام ميثيل تستوسترون (هرمون ذكرى اندروجينى) قد نجح مع البلطى الموزامبيقى عند معاملته فى أول ٦٩ يوما من العمر ، فقد تحول ٩٥ ٪ من الإناث (وراثيا) إلى ذكور (وظيفيا) وقد تكفى المعاملة خلال أول ٣٠ - ٥٠ يوما من العمر لإحداث هذا التأثير . وقد نجحت كذلك مع النيلى باستخدام إيثيل تستوسترون أو ميثيل تستوسترون بمعدل ٣٠ ميكروجرام / جم غذاء والتغذية بمعدل ٤٪ من وزن الجسم لمدة ٣ أسابيع ثم فى الحوض بمستوى ٣٪ لمدة ١٢٠ يوما انتج نسل ذكور بنسبة ٩٨ - ١٠٠ ٪ . ولم تؤثر خلات الدى هيدروتستوسترون عند تغذيتها . والأسماك المعاملة بالأندروجينات تعطى معدل نمو أفضل لتاثير الهرمون على الميتابوليزم . بينما الهرمون الأنثوى فى الماء يثبط النمو ويزيد النفوق بشدة ويقل نمو المناسل . والبلطى الزيللى لايستجيب لمثيل التستوسترون بعد ٤ أسابيع أى أن كفاءة تاثير الهرمون تتاثر بعدة عوامل :

قوة الهرمون ، مدة المعاملة ، ظروف المعاملة ، نوع السمك . وترجع مزايا المعاملة الهرمونية لأنها :

تقلل أو تمنع التناسل ، لاتفقد الإناث (كما فى الجنس الواحد) لأنها لاتستبعد ، نمو أفضل بسرعة نمو الذكور ، يمكن رفع كثافة التخزين دون خشية الازدحام من التكاثر ، لاتحتاج عمالة ، ليست مكلفة .

و - **وسائل أخرى** : للتحكم فى التناسل وسائل أخرى كمزارع الأقفاص حيث لاتتكاثر بعض الأنواع (النيلى ، الزيللى ، اسكولنتس، وإن تكاثر الموزامبيقى فى الأقفاص فى جواتيمالا) وإن تم التبويض فلا يخصب البيض وإن أخصب لاتجد الأمهات مادة صلبة تضع عليه البيض قبل التقاطة فى فمها ، كما لايجد البيض رعاية من أبائه فلا تتوفر ظروف النمو الطبيعية . وإذا اتسعت فتحات شباك الأقفاص (٠,٦ سم) فلا تجد أى فقس بالقفص لأن أقصى قطر لبيض البلطى النيلى ٠,٣ سم. والملوحة بداية من ٣٠ جزء ٪٠ . تعتبر وسيلة للتحكم فى تناسل البلطى النيلى .

كما أن استخدام شباك الجر فى الأحواض تقلل الفقس لأنها تتلف وتدفن البيض واليرقات بتزحيفها لقاع الحوض كما تقلل الأوكسجين بتقليبها الطين عديم الأوكسجين فتموت اليرقات والبيض .

كما أن الأرضيات الخرسانية تمنع البلطى من بناء عشوشه فلا تتكاثر . وتلقيح البيض باسبرمات مثبطة بالأشعة فوق البنفسجية تنتج كروموسومات جنس أنثوية فقط فتنشأ إناث طبيعية . وزيادة كثافة التخزين تمنع تكاثر النيلى والرنداللى وتنتج نسبة عالية من السمك القابل للتسويق فى فترة بسيطة .

كما أن إزعاج السمك الذى يحضن البيض فى فمه يجعله يترك الفقس ينساب من فمه فيصرف الحوض إلى حوض الفقس وتستبقى الآباء فى الحوض الأول حيث يعاد ملؤه بالماء ، وتكرر كل أسبوعين مما يجعل العشيرة تحت اختبار وتمد بالفقس باستمرار وقد اتبعت هذه الوسيلة فى أندونيسيا وفى مدغشقر . كما أن صدمة برد للبيض المخصب تنتج ٧٥٪ من السمك إناثا .

ويستخدم أسلوب إحداث مناعة بالجسم فى تأجيل النضج الجنسى للأسماك كى لايطغى على النضج الجسمى فنفقد كمية من لحم السمك بالإضافة إلى عدم رغبة السوق فى أسماك صغيرة الحجم ناضجة جنسياً . ويتم تأخير النضج الجنسى بالتطعيم بناتج تجنيس المناسل أو بالأجسام المضادة ضد الخلايا الجنسية germ cells والتى تؤدى إلى قتل الخلايا المقصودة مباشرة أو بطريق غير مباشر أو بالمناعة النشطة ضد الهرمونات الجنسية عقب إحداث تفاعلات مناعة ذاتية autoimmune reactions . فهذا أسلوب لتثبيط نمو المناسل بالمناعة المقاومة Prophylactic immunization مرغوب فيه خلاف الطرق الأخرى لتنظيم التكاثر فى الأسماك من إشعاع irradiation ، تعقيم كيماوى Chemosterilization ، المعاملة بالهرمونات Hormone administration والتى تعد طرقا غير عملية وغير اقتصادية وغير ملائمة

لاستخدامها مع أسماك المائدة . وقد تتطلب إحداث مناعة نشطة لمساعدة أحد الملونات adjuvant لإحداث استجابة ضد هرمونية جيدة وغالبا مايستخدم الملون الدوائى Freund's complete adjuvant (FCA) الذى يستخدم عند التطعيم عادة .

مقارنة الخصائص التناسلية للبلطى الذى يضع بيضة فى عش أو فى الفم Substrate or Mouth brooders

واضع البيض فى العش Tilapia spp.	واضع البيض فى الفم Sarotherodon spp.
عدد بيض كبير ، حوالى ٧٠٠٠ .	عدد بيض صغير ، حوالى ٧٠٠ .
بيض أخضر زيتونى غامق ، مصفر ورائق لقلة الصفار ، ١,٥ مم فى القطر ، له طبقة لاصقة خارجية .	بيض مصفر و برتقالى ، يشبه شكل الذرة العويجة (٢,٢ × ٣مم) ، ليس مغطى بالچيلاتين ، ويشكل شعاع مركزى متطور قليلا .
كلا الجنسين يطوران ألوانهما ، ويعيشان معا ويبنيان العش .	الذكور تطور ألوانها وتهيىء موطنا تبنى فيه العش .
فترة ماقبل الزواج Pre-nuptial طويلة	فترة ماقبل الزواج قصيرة .
قد يبقى الزوجان معا ، ويتكرر وضع البيض بعلاقة زوجية منفردة Monogamous (بدون تعدد زوجات) ، ويوضع البيض بحرص .	الذكور متعددة الزوجات Polygamous ، وتستخدم العش كمكان مؤقت للزواج وإخصاب البيض .
يبقى الوالدان لحراسة البيض والصغار ، تفقس الصغار فى ٢ – ٣ أيام ، وتتحرك وتتعلق بغددها اللاصقة الخاصة ، الصغار تهجر الوالدين بعد ٤٥ – ٥٠ يوما .	تحتضن الإناث البيض فى الفم لمدة ٢٠ - ٣٠ يوما .
تنتج مود تناسلية كثيرة.	تنتج مواد تناسلية قليلة ، لكن يحتوى البيض كمية كبيرة من الصفار .
نفوق كثير فى مراحل التطور المبكرة ، رعاية أبوية أقل .	حيوية أكبر للصغار بسبب العناية الأبوية .

ملخص لبعض الصفات التناسلية لبعض أنواع البلطى

النوع	العمر عند النضج	الطول عند النضج	درجة حرارة التبويض م	الخصوبة عدد بيض/ سنة	زريعة فى المهد	عدد مرات التبويض فى السنة (الفترات البينية)	مدة التفريخ	عناية الآباء
Sarotherodon andersonii أندروسونى	١٢ – ١٥ شهرا		أعلى من ٢١		٣٠٠ – ٧٠٠		٢ –٣ أسابيع	٥ أسابيع
S. aureus أوريـــا	ثانى عام	٥ – ١٣ سم ٩,٥ – ١١ سم		٤٣٠٠ ١٥٠٠ – ١٧٠٠	٣٠٠ – ١٣٠٠ ٢٠٠٠ ٦٤ – ٦٥٥	٣ (٤–٩ أسابيع)	٧ –٨ أيام	٨ – ١٠ أيام
S. esculentus اسكولنتى		أقل من ١٠ سم		٣٠٠ – ١٦٠٠	٥٠٠ ٨٩ –٥١٣	٣ – ٥	٦ أيام	١٠ – ١٤ يوما ١٠ – ١١ يوما
S.galilaeus جاليلى				٥٠٠٠	١٥٠ –١٠٨٦			
S.macrochir ماكروشير	٨ – ١٢ شهرا		٢٠ – ٢١	٣٠٠٠ – ٤٠٠٠	١٠٠٠ – ١٥٠٠	(٤ – ٦ أسابيع)	٥ أيام	٢ – ٣ أسابيع
S.melanotheron ملانوثيرى		١٠ – ١٢ سم			١٠٠ – ١٥٠		٦ – ١٠ أيام	٨ – ١٤ يوما
S.mossambicus موزمبيقى	٢ – ٣ شهور	٨–٩ ١٢–١٤ ٦–١٠	١٩ – ٢٠ أعلى من ١٨	٢٠٠٠ ١٠٠٠	١٠٠ – ١٥٠ ١١٠ – ٣٧٠ ١٠٠ – ٢٥٠ ٧٥ – ٢٥٠ ١٠٠ – ١٠٠٠ ١٠٠ – ٢٠٠	٦ – ١٦ (٢٢ – ٦١ يوما) ٣ – ٤ (٦ أسابيع) (٢٠ – ٤٠ يوما) (٢ – ٦ أسابيع) ٥ – ٦	٢ – ٥ أيام ٦٠ ساعة ١٠ – ١٢ يوما ٣ – ٥ أيام ٢ – ٣ أيام	٥ – ٨ أيام ٢٠ – ٢٢ يوما ١٠ – ١٤ يوما أسبوع ١٠ – ١٥ يوما ٥ – ٨ أيام
Tilapia rendalli رندالى	٧ شهور		٢٠ أعلى من ٢٠		١٠٠٠ – ٦٠٠٠ ٢٠٠ – ٦٠٠	٧ أسابيع ٤ – ٨ ٦ أسابيع	٥ أيام	٢ – ٣ أسابيع

ويحتضن سمك البلطي أوريا (الإناث) البيض في الفم ٨ - ١٠ أيام على ٢٩ ° م . وينضج البلطي النيلي في أول سنة من عمره ، وتنضج الإناث مبكرا عن الذكور ، وتختلف النسبة الجنسية في العشائر مختلفة العمر (الحجم) فقد تكون نسبة الإناث : الذكور في العمر الصغير ٢,٨ : ١ وفي العمر الأكبر ٠,٤٧ : ١ وفي العمر (الحجم) المتوسط تكون ١ : ١ .

البلطي النيلي المنتشر في مصر يأكل الأعشاب واللحوم لكن أساسا يتغذى على الفيتو بلانكتون وقد يستعمل الطحالب الخضراء المزرقة وكذلك يتغذى على البنثوس ، وتتغذى الأسماك الناضجة منها على علف مضغوط . وتحتمل حتى ٨°م لمدة ٣ - ٤ ساعات بينما ١٢ °م تميتها وتعيش أطول على ١٥ ° م وتبيض على ٢٢ - ٢٤ °م والحرارة القصوى المميتة ٤٢ °م . تنمو الذكور ٢ - ٥ مرات أسرع من الإناث وتصل ١٨ - ٢٠ سم / سنة ، ١٢٠ - ٢٠٠ جم في ٤ شهور في الأقفاص . أقصى حجم يرى لها ٥٠ سم (٢,٥ كجم) وتنضج في الأحواض في ٤ - ٥ شهور (١٠ - ١٧ سم) وفي الطبيعة على ٢٠ - ٣٩ سم . تصنع ٢ - ٣ عشاش وتضع الأنثى ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ بيضة في المرة وتضع ٣ مرات في السنة .

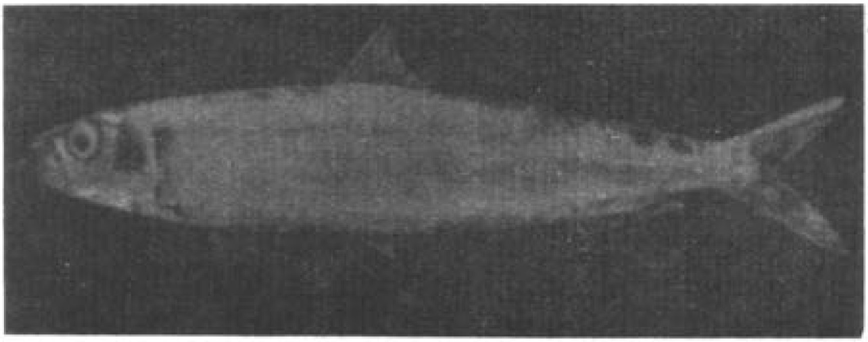
ويخزن البلطي النيلي (الأبيض) على أساس كيلو جرام واحد سمك / م٣ كحد أقصى في المزارع غير المكثفة ، ٢ كجم / م٣ في المزارع المكثفة ، ١٠ كجم / م٣ في الأقفاص . وعموما يتوقف معدل التخزين كذلك على نوع السمك وعمره وحجمه وطريقة الزراعة . ويستزرع في مصر البلطي النيلي في مزارع الأرز والمزارع المختلطة . كما يستزرع الجاليلي والزيلي في المزارع المختلطة (مع المبروك) ، بينما يستزرع الرندالي (الجوابي) للتحكم في الحشائش والبلهارسيا . ويستخدم في التغذية الصناعية للبلطي في إنتاجه المكثف منتجات نباتية منخفضة القيمة كأوراق شجر الموز والكاساڤا ورجيعة الأرز وكسب البلح والفول السوداني وبذور القطن وفضلات المطاحن وقش وعصافة الأرز .

ويشكل البلطي ٤٥,٤ ٪ من إجمالي إنتاج مصر من الأسماك (عام ١٩٨٨) معظمه (٤٧,٣ ٪) من بحيرة المنزلة والذي يشكل ٨٢ ٪ من إنتاجها . وتعكس أسماك البلطي الأخضر ارتباطات موجبة بين مراحل النضج وكل من دليل المناسل الجسمي ، ووزن المناسل ، ووزن وطول السمك . وأصغر حجم لنضج البلطي الأخضر هو ٩سم للذكور و ١١سم للإناث ، وتضع الأنثى ٢٣٥٩ بيضة كمقياس خصوبة وتزيد مع طول ووزن وعمق السمك .

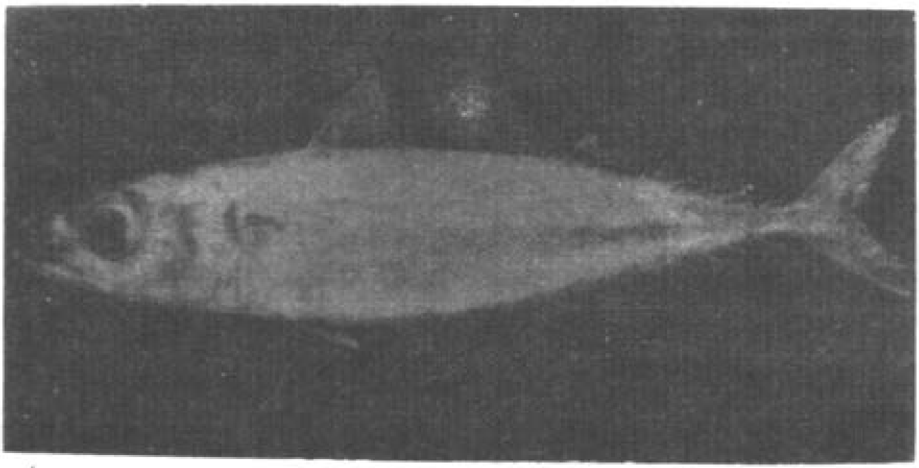
ثانياً : أسماك المياه المالحة :

أ - الأسماك العظمية :

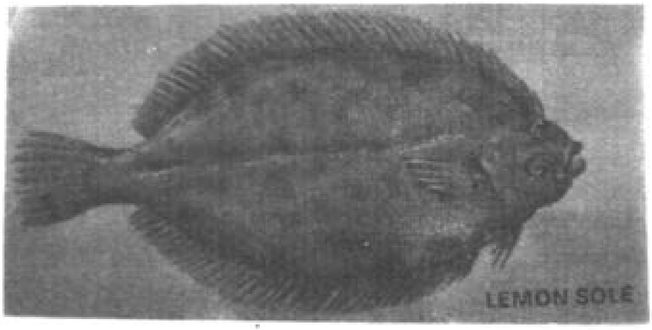
ومن عائلاتها السردين Clupedae (كالسردين المبروم Clupea sirm) ، والمكرونة Synodontidae (كالمكرونة السويسى Saurus tumbil) ، البصيلى Holacentridae (كالبصيلى الوردى Holocentrus diadema) ، موسى Soleidae (كموسى Solea bleekeri شكل ١٠ من الملزمة الملونة) ، الكشر Serraidae (كالكشر أبو عدس Epinephalus areolatus) ، والسليخ Carangidae (وهي مجموعة أسماك البياض ومنها السليخ العادى Caranx fulvoguttatus) ، البربونى أو العنبر Mullidae (كالعنبر البلدى Mulloidicthys auriflamme) ، المرجان Sparidae (منه المرجان Argyrops spinifer) ، التونة Scombridae (وتسمى بالأسماك الزرقاء ومنها البلميطة أو الشروية Euthynnus afinis) ، العربى أو البورى Mugilidae (ومنها العربى العادى Mugil waigiensis) .



موزة (من عائلة السردين) (Clupea leigoaster)



شك الزور (من عائلة التونة) (Scomber japonicus)



سمك موسى ليمونى (Lemon sole)

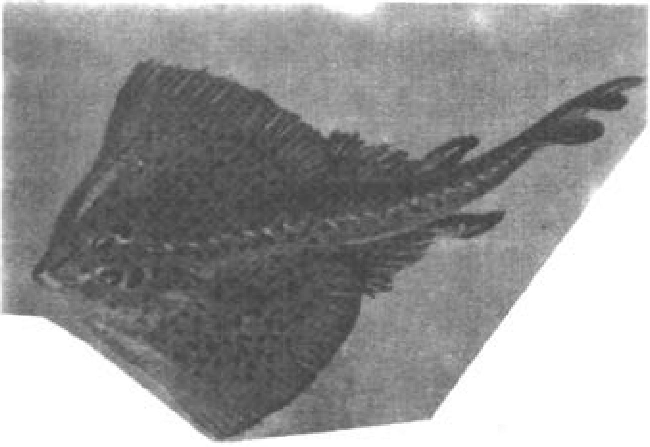
ب - الأسماك الغضروفية :

١ - **القروش** : وهي عائلات كثيرة ومنها مايلد كالفرنكة العادية Nebrius concolor والقرش الثعلب Alopias vuipinus ومنها مايبيض كالفرنكة المخططة Stegostoma fasciatum . وهي من أكلات اللحوم من أسماك وقشريات وأسنانها مدببة أو مشرشرة وقد تزيد عن ٥٥ في كل فك بل منه أكل لحوم البشر كالقرش النمر Galiocerdo cuvier الذى يصل طوله إلى ٤٥٠ سم ويزن حوالي طنا .

٢ - **الغضروفيات المنشارية** : وفيها يمتد الجزء الأمامي من الرأس على شكل منشار قد يصل طوله إلى مترين ، وهي أسماك ولودة ويصل وزن البيضة داخل الرحم حوالي ٤,٥ كجم ، ومن أمثلتها سمك أبو منشار أو شقرة Pristis pectinatus .

٣ - **الغضروفيات المحراثية** : وهي عدة عائلات ومجموعة أنواع ولودة وتأكل الأسماك الصغيرة والديدان والأصداف والقشريات والجزء الأمامي من الرأس يشبه سلاح المحراث كالغراب Ryhnchobatus djiddensis (الذى يصل طوله ٣ متر ويزن حوالي ٢٢٥ كجم) أو مستدير كالبهلول Rhina ancylostoma .

٤ - **الغضروفيات القويعية** : شكل جسمها قرصي مستدير والذيل شكل الكرباج ويوجد على الذيل شوكة (أو أكثر) سامة يحيط بها غشاء يحتوى على خلايا سامة كما في عائلة الوطواط Dasyatidae ومن أنواعها الرقيطة Taeniura lymma والرقيط Taeniura grabata والتي تتميز كذلك بأن منطقة الشوكة تفرز سائلا هلاميا غني بالخلايا السامة التي تؤدى في الإنسان المصاب بالتسمم إلى التشنج والقيء والرعشة .



راية منقطة Spotted ray

٥ - الغضروفيات الطوربيدية : ومنها الرعاد أو الطور بيد Torpedo panthera الذى يتميز بوجود زوج من الغدد الكهربائية على الجانب العلوى والسفلى من الجسم لإحداث رعشة قوية عند التلامس من أعلى وأسفل فى آن واحد وتستخدمها السمكة لأبعاد عدوها وكذلك فى تخدير ضحاياها من أسماك صغيرة وقشريات قبل التهامها .

ومن الأسماك الهامة التجارية بوجه عام نعرض لبعضها على الصفحات التالية .

سمك الثعبان :

يتبع عائلة Anguillidae كثير الانتشار فى المياه العذبة الأوربية حيث يقضى جزءا كبيرا من حياته كحنشان أصفر Yellow eel غير ناضج ، يتغذى على اللافقاريات والأسماك الصغيرة . بالنضج الجنسى يتحول لونه إلى الفضى ويتجه إلى البحر حيث يظهر تغييرات أخرى ويعزف عن الأكل قبل هجرته فى الماء العميق لآلاف الأميال عبر الاطلنطى ليضع بيضه على عمق ٣٥٠ - ٤٥٠ م فى بحر سارجاسو . وتضع الأنثى حوالى ١٠ مليون بيضة . بعد ٢,٥ سنة تظهر يرقات شفافة مبططة يحملها تيار الخليج وتسمى leptocephali وفى عمر ٣ سنوات تسمى حنشان زجاجى glass eels (elvers) يتجه صاعدا إلى الأنهار لينمو إلى طور الحنشان الأصفر . وتظل ذكور الحنشان ٧ - ١٤ سنة فى الماء العذب ويصل طولها ٢٤ - ٥١ سم بينما الإناث تمكث ٩ - ١٩ سنة قبل أن تبدأ رحلة هجرتها ويصل طولها ٣٣ - ١٠٠سم . وقد عاش حنشان فى الأسر لمدة ٥٥ سنة . وقد عدد عالم هولندى (Liewes . 1981) مايقرب من ٥٨٠٠ مرجع تدور حول سمك الثعبان فى المجالات المختلفة والمنشورة بأربعة وثلاثين لغة مختلفة وذلك حتى عام ١٩٨٠ ، وقدم عالم هولندى (Deelder . C.L.) لهذا المؤلف بقوله : " إن سمك الثعبان أحد الحيوانات التى يهتم بها الإنسان باستمرار وذلك منذ عشرات القرون من الزمان والتى ترجع إلى عهد قدماء اليونان والرومان بل قدماء المصريين . عندما زرت مقبرة أحد الفراعنة الأوائل قرب القاهرة مازلت أتذكر خوفى عند اكتشاف ثعبان ماء - منحوت بجمال بالرسم البارز - على أحد جدران السرداب " .

والحنشان جنس واحد تحته أشهر الأنواع وهى الحنشان اليابانى والحنشان الأوربى (شكل ١١ من الملزمة الملونة) ، وبعض الأنواع الغريبة الأخرى كالحنشان الحمار والحنشان الاسترالى وحنشان المحيط الهادى (ثنائى اللون) وغيرها . والحنشان يحتمل البيئة الاستوائية والمعتدلة ويمتنع عن الأكل والنمو على درجة حرارة أقل من ١٢ ° م . ويستزرع فى أحواض خرسانية أو من الطوب ، والقاع رملى أو فى أحواض طينية . وعند توفر التغذية والماء الجيد فلا تهرب الثعابين . وأحواض الرعاية لصغار الثعابين تزود بشفاة خرسانية تعيق هروبها لأنها خفيفة الوزن ويمكنها الزحف لمسافات كبيرة على الحوائط فيمكنها الهرب خاصة فى أثناء غزارة الشتاء ، فتعمل هذه الشفاة الخرسانية على إعاقة هروبها . ونظرا لضرورة عزل الأحجام المتباينة عن بعضها فيتطلب ذلك عديدا من الأحواض ، لذا عادة يكون متوسط مساحة الحوض ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ م٢ وإن وجدت أحواض بمساحة أكبر من هكتار .

وللاستزراع يتم جمع الزريعة Seed eel من مصبات الأنهار طولها ٥ – ٦ سم ووزن ٠,١٧ جم فى الطور الزجاجى glass eel وذلك فى الفترة من أكتوبر إلى مارس فى أثناء الليل . وتغذى الأسماك ليلا بخفض جردل الأكل لقاع الحوض، وتتغذى صغار الثعابين على ديدان tubifex أو لحم المحار والقواقع المفروم أو اللحم المفروم الجيد ، ويجدد الغذاء طازجا كل ليلة حتى ٢٠ يوما ، ثم يدرج تحريك موعد الأكل إلى الصباح الباكر مع رفع جرادل الغذاء لأعلى ليقترب من تحت سطح الماء وهنا يمكن التغذية على مفروم السمك . وتغذى الثعابين أساسا على بروتين حيوانى، فى بداية حياتها قد تغذى على عذارى أو شرانق دود الحرير أو على مفروم فضلات السمك (مخلفات التصنيع والسمك الصغير غير ذى القيمة الاقتصادية) Trash fish وعندما يكبر الثعبان يغذى على علف مسحوق مكون من :

مسحوق سمك أبيض	٦١ ٪
نشا	١٤ ٪
مسحوق فول صويا منزوع الدهن	١٠ ٪
ذائبات سمك جافة	٥ ٪
فيتامينات	١ ٪
ل – ليسين	٠,١ ٪
د – ل – مثيونين	٠,١ ٪
مواد رابطة	٠,٢ ٪
مضاد أكسدة	٠,٢ ٪

وتركيبة ٤٥ ٪ بروتين ، ١٥ ٪ رماد ، ٢١ ٪ كربوهيدرات ، ٣٪ ألياف ، ٩٪ رطوبة . وتعطى هذه العليقة معدل تحويل ٢,٤٥ مقارنة بالتغذية على فضلات السمك التى تعطى معدل تحويل ١٣,٥ لمدة ٩٠ يوما داية من وزن ٤٥ جم على درجة حرارة ٩,٦ – ١٨,٦ °م .

ويمكن خلط هذا العلف المسحوق مع ٥ ٪ – ١٠ ٪ زيت كبد أسماك و ١٠ ٪ ماء لتكوين عجينة صلبة توضع فى جرادل التغذية للتغذية بمعدل ١ – ٣,٥٪ من وزن الجسم يوميا (بينما مخلفات السمك تقدم بمعدل ٥ – ١٥ ٪) ويفضل تقسيمها على وجبات تستهلك كلا منها فى ٢٠ دقيقة . ويتم حصادها فى الفترة من يونية إلى سبتمبر فى أثناء التغذية عندما تكون أوزانها ٥ – ٨ ثعبان فى الكليو أو ٣ – ٤ / كيلو حسب الطلب .

ورغم إنتشار الثعبان الأوربى فى الشرق الأوسط والساحل الشمالى لإفريقيا ، فإن زريعته لاتحتمل درجات الحرارة العالية كما أنها معرضة لعديد من الأمراض والطفيليات . ويتم بيع زريعة الثعبان الأوربى فى فرنسا وإيطاليا وإسبانيا والمغرب وبريطانيا والفليبين وأندونيسيا .

وبعد إنتشار السدود التى قللت من انتشار الحنشان فى أوربا ، تم استزراعه فى أحواض ماء عذب مدفأة وتغذيته على علائق صناعية فثبت نجاحه اقتصاديا وبيئيا . وأنواع ثعبان السمك المختلفة متشابهة فى الشكل والنمو والسلوك ، وتحتمل البعد عن الماء لمدة ١ - ٢ يوم لذلك تنقل حية فى صناديق خشب لتربيتها فى المزارع المنتشرة والمكثفة . وتنتج اليابان معظم حنشانها من المزارع الحديثة ٢٧ ألف طن عام ١٩٧٧ مقابل ألفى طن من المصايد الطبيعية لنفس العام . وتقام مزارع اليابان على أساس صهاريج من الفنيل أو بجدران خرسانية وقاع من التربة أو حتى حفر أحواض فى تربة تقليدية ، وتسخن مياه الصهاريج خاصة لصغار الثعابين لتحفظ على ٢٥ - ٢٨ °م ، ويكون مكان التغذية ثابتا على جانب الصهريج ويغطى بسقيفة من الخشب لتتغذى الثعابين فى ظروف مظلمة لأنها ليلية النشاط . والغذاء معجون ويحتوى ٥٥ - ٤٥ ٪ بروتين (يقل بزيادة العمر) و ٣٪ دهن وأقل من ١٧ ٪ رماد وأقل من ٨٪ ألياف (أقل من ١ ٪ للبالغة) مع ٢,٥ ٪ كالسيوم و ١,٥ ٪ فوسفات . ويقدم الغذاء بنسبة ٢ - ٦ ٪ من وزن الجسم يوميا حتى وزن جسم ٤٠ جم ثم ١ - ٣ ٪ بعد ذلك .

وتجمع صغار الحنشان elvers من المصبات بشبكة سعة فتحاتها ٠,٧ - ١,٠ مم فى نهاية الخريف إلى الشتاء بالإضاءة ليلا . وتغمر الزريعة فى محلول مضاد للبكتيريا قبل نقلها إلى المزرعة . وتمنع عن التغذية أول ثلاثة أيام من وصولها المزرعة . وتتم التغذية على مرتين فى اليوم فى فترة ٢ - ٤ أسابيع الأولى فى الصباح المبكر وفى الماء (ثم يزحزح تدريجيا وقت التغذية إلى وقت النهار) . بواسطة إضاءة لمبة خافتة الإضاءة . ولابد أن يكون الطعام طريا عجينيا . وتخزن الزريعة بكثافة ٥٠ - ٣٠٠ جم / م٢ وإذا كانت ظروف الصهريج جيدة جدا يمكن أن ترتفع كثافة التخزين إلى ٦٠٠ - ١٢٠٠ جم / م٢ . ويجرى التصنيف لأحجام الحنشان بتصفية الصهريج خلال أنبوبة الصرف التى عليها شبكة لجمع الثعابين وتصنيفها ونقلها إلى صهاريج أخرى للتغذية مرة واحدة يوميا بمعدل ١ - ٣ ٪ من وزن الجسم وتكون كثافة التخزين للثعابين وزن ١٠ جم حوالى ٣ - ٦ كجم / م٢ . والثعابين سريعة النمو تصل إلى حجم التسويق بعد ٥ شهور .

أسماك المبروك :

وهى تنتمى لعائلة Cyprinidae **والمبروك العادى** (شكل ١٢ من الملزمة الملونة) وهو أكثر الأسماك تأقلما بين أسماك المزارع ، إذ يمكن تربيته فى الماء الجارى والراكد وفى الأقفاص والبحيرات فى المناطق المعتدلة الباردة وحتى المناطق الاستوائية ، إلا أنه لايقوى على الماء المالح . وهو آكل الحشائش واللحوم وتساعده أسنانه المريئية على تقطيع معظم الأغذية الليفية ميكانيكا . وهو محول كفء للغذاء .

أفضل حرارة لنموه وتناسله ٢٠ °م أى أنه يقسم كنوع من أنواع أسماك الماء الدافىء ، ويبلغ حجم التسويق فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية فى سنته الأولى ، بينما فى المناطق المعتدلة يلزم نموه ٢ - ٣ سنوات حتى يصل وزن الكيلو جرام . يمكن للإناث تامة النمو أن تضع مليون بيضة فى موسم واحد ، وفى المناطق المعتدلة قد تضع مرة واحدة بينما فى المناطق الأستوائية وشبه الاستوائية تضع عدة مرات فى

السنة . وتبلغ حجم البويضة القابلة للتلقيح حتى ١ مم قطر .

ويبلغ عدد البيض / كيلو جرام وزن جسم ١٥٠ ألف - ٢٠٠ ألف بخصوبة ٦٠ - ٧٠ ٪ ، وقد تصل نسبة النفوق حتى المرحلة الجنينية مايزيد عن ٨٠ ٪ فى المناطق الاستوائية وذلك لمخاطر الفطريات المائية والقشريات والأسماك والطيور آكلة اللحوم مع وفرة العوامل الجوية غير الملائمة كالرياح القوية والبرد المفاجيء . وقد اقترح أن تنمو حتى عمر عام حوالى ٠,٠١ ٪ فقط من البيض الموضوع فى ماء طبيعى . وتحت ظروف الأحواش أو إذا كانت المياه مناسبة للتكاثر والرعاية فإن نسبة الحيوية تكون أفضل وتعتبر نسبة ٥٪ من البيض نسبة مقبولة (محسوبة لكل كيلو وزن جسم فى الإناث) للوصول لمرحلة عمر عام Summerling stage .

إلا أنه يمكن خفض نسبة النفوق بشدة إلى ٥ - ١٠ ٪ فقط إذا أتخذت احتياطات الحماية تحت ظروف الإنتاج المكثف وذلك فى المفرخات وفى التحضين بعد الفقس . وبعد هذه المرحلة وبالرعاية المعتنى بها فى الأحواض تصل نسبة الحيوية ٣٠ - ٦٠ ٪ فى أحواض الرعاية حتى عمر شهر ، ثم ٧٠ - ٨٠ ٪ من الفقس الأول هذا . ويمكن أن تستمر فى أحواض الفقس المتقدم حتى تصل إلى الصيف عمر عام Summerlings .

وتنضج الذكور جنسيا مبكرا عن الإناث بمعدل ١ - ٢ سنة . وهناك ارتباط هام بين درجة الحرارة ومعدل النضج الجنسى وعليه تنضج الإناث تحت الظروف الاستوائية فى أول سنة ، وتحت الظروف شبه الاستوائية فى ثانى عام ، وفى جنوب أوربا فى ثالث عام إلى رابع عام ، وفى وسط أوربا ٤ - ٥ سنوات وفى شمال أوربا يحتاج النضج الجنسى فى الإناث ٥ سنوات أو أكثر .

وهناك علاقة مابين الخصب وحجم الجسم فالأسماك الأكبر حجما تنتج نسبة عالية من البيض إلى وزن الجسم عنها فى الإناث الصغيرة ، علما بأن الإناث فى المناطق المعتدلة تنمو جسميا بشدة قبل بلوغها جنسيا ، وعليه تكون أحجامها كبيرة وعدد بيضها أكبر والعكس فى أسماك المناطق الحارة علاقة حجم الجسم وعدد البيض فى الإناث الناضجة :

حجم الإناث (سم)	عدد البيض (بالألف)
١٥ - ٢٠	١٣
٣٠ - ٣٥	١٢٨
٦٠ - ٦٥	١٥٠٧

إذا كانت الظروف موتية لوضع البيض فيمكن لذكر وضع سائله المنوى كل ٨ أيام والأنثى كل ٢٥ يوما لعدة مرات . وهذه الظروف هى حرارة ١٨ – ٢٢ ° م ، أوكسجين ذائب ، غذاء ، فرشه لوضع البيض من النباتات حديثة الحش ، ضحالة الماء

ويضع المبروك فى جماعات كل ٢ – ٤ إناث مع ٨ – ١٠ ذكور، يوضعون معا كمجموعة بانسياب البيض والسائل المنوى إلى الماء فى تزامن واحد بتوحيد توقيت الوضع فى الذكور والإناث معا فى نفس الوقت ، ويؤثر على تكاثر الأجنة كل من الحرارة والأوكسچين والإمداد بالماء وظروف الإضاءة والتغذية والتسميد الآزوتى .

والمبروك يعتبر أساسا من أنواع أسماك الماء الدافىء وتتحكم درجة حرارة الماء فى معدل ميتابوليزمة وتكاثره . ويتطلب طاقة لإكمال دورة تبويضه ٢٥٠٠ درجة أيام Degree days تقريبا (عدد الأيام × درجة الحرارة) فى الموسم . وهناك علاقة بين درجات حرارة الماء وعدد أيام التحضين كالآتى :

درجة الحرارة °م	عدد أيام التحضين
١٥	٦
٢٠	٤,٢
٢٥	٣
٣٠	١,٢

وبعد ٢ – ٣ أيام من الفقس يستهلك كيس المح وتبدأ الزريعة فى التغذية على الكائنات الحية الحيوانية الدقيقة كالدافنيا (براغيث الماء) وبعض الحيوانات المائية الدقيقة الأخرى لمدة ٧ – ١٠ أيام ، ثم تغذى على غذاء مطحون. وتخزن فى أحواض النمو بكثافة ٨٠ – ١٢٠ جم أو ٠,٥ – ١,٠ سمكة / م٢ فى أحواض الماء الساكن ، وإذا توفر تيار ماء جارى للحوض فيتم التخزين بكثافة ١ كجم/ م٢ ، وفى أحواض الرى بمعدل ١٠٠,٠٠٠ أصبعية (١ جم) / هكتار مع التغذية المكثفة الصناعية على حبيبات ٥ – ١٠ مرات يوميا . وقد تزيد عدد مرات التغذية (١٥ – ٢٠ مرة) مع الإضاءة الصناعية والمياه الجارية لينتج المتر المربع بهذه الطريقة ١٠٠ – ٢٠٠ كجم .

ومن أشهر أنواع المبروك انتشارا المبروك العادى Common carp (mirror carp) Cyprinus carpio L الذى يميز عن باقى أنواع المبروك بأربعة زوائد ذقنية Barbels على الشفة العليا . الأماميتان صغيرتان ودقيقتان والمؤخرتان طويلتان سميكتان . وظهره بنى مخضر وبطنه بيضاء مصفرة . منه فى الشرق الأقصى ألوان برتقاليه وصفراء وبيضاء . وقد يصل ١٠٠ سم طول ووزن ٣٠ كيلو جرام . ويضع بيضه فى آخر الربيع عندما تكون حرارة الماء على الأقل ١٨ – ٢٠ °م . والنمو الأمثل يتوقف على حرارة

الصيف وينخفض نموه بانخفاض الحرارة عن ١٣ ° م ويقف عن التغذية بانخفاض الحرارة عن ٥ °م . ويمكن تتبع نموه بوضوح من القشور التى تستخدم فى تحديد العمر بطريقة قياس القشور Scalimetvic method . ويفضل المبروك الماء الضحل الدافىء الساكن الغنى بالحشائش . والمبروك العادى من متنوعات التغذية omnivorous إذ يأكل الكائنات العالقة والكائنات الحيوانية الحية قرب الضفاف وعلى القاع . ويمكن تسمينها على حبوب بقولية ونجيلية أو غذاء مركز جاف .

وينبغى توفر عدة شروط فى سمك المائدة منها :

١ - مراعاة الوزن الذى يتطلبه السوق المحلية فى السمك وهو ١ - ١,٥ كجم فى وسط أوربا ، ٥٠٠ - ٧٥٠ جم فى إسرائيل ، ٧٥ - ١٠٠ جم فى أندونيسيا .

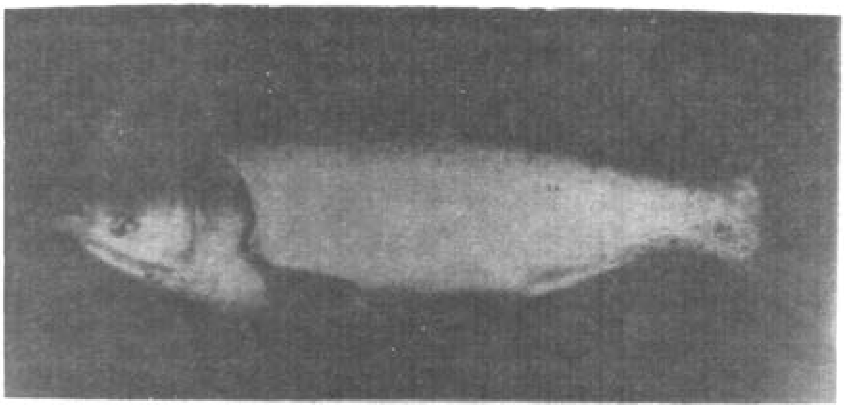
٢ - أن يكون لحم السمك متماسكا وغير زائد الدهن ، والرأس صغيرة ، وقليل العظم ، والمناسل صغيرة (أقل من ١٠ ٪ من الجسم) ، ويفضل زيادة ارتفاع الجسم بالنسبة لطول الجسم .

٣ - بعض المناطق تفضل السمك ذا القشور (المبروك قد يحتوى قشور أو تكون القشور قليلة ومبعثرة مع صف واحد ظهرى أو تكون فى صف واحد فقط أو يكون جلديا أى عاريا عديم القشور).

وعليه ففى تربية المبروك يفضل الوصول لوزن التسويق قبل بلوغ النضج الجنسى ، والنمو السريع ينتج من الغذاء الطبيعى والصناعى ويميل إلى خفض الأجزاء غير المأكولة كالرأس والهيكل بينما ينتج عظاماً دقيقة قصيرة، مع مقاومة الأمراض والأسباب الأخرى لضعف السمك كالتلوث والنقل والتشتية ، وعادة الآباء الجيدة تعطى فقس سريع النمو . والمبروك ذو القشور والمبروك اللامع كلاهما سريع النمو عالىٰ الحيوية وأكثر مقاومة للأمراض وعديم التشوهات عن المبروك ذو صف واحد من القشور أو المبروك العارى من القشور .

وقد دخل المبروك العادى فى عهد الرومان من أنهار البحر الأسود إلى زراعة الأحواض ، ومنه سلالات أخرى كالمبروك اللامع Mirror carp ذو القشور الكبيرة بطول الخط الظهرى والجانبى ، وكذلك المبروك الجلدى Leather carp الذى يفتقد القشور ، ومبروك الكوى Koi carp (سلالة يابانية ملونة لأحواض الزينة) .

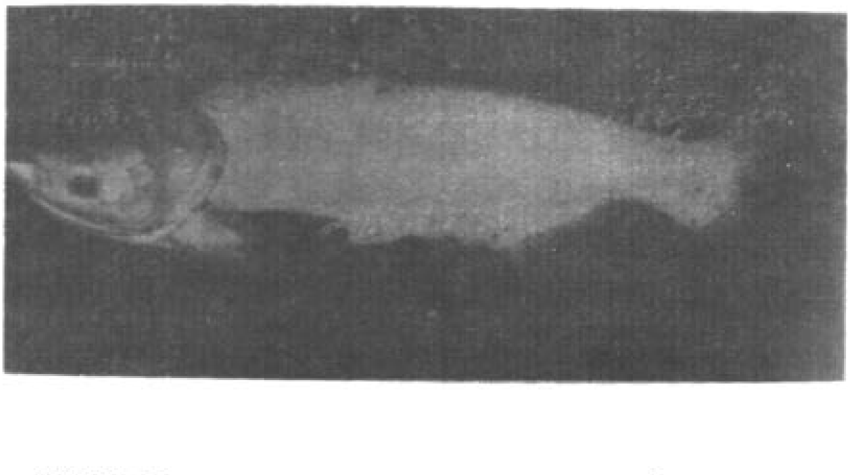
أما المبروك الفضى Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) : فيتبع نفس العائلة Cyprinidae وهو من أسماك المياه العذبة التى موطنها الأصلى كذلك الصين (كالمبروك العادى وذو الرأس الكبير وآكل الحشائش) . وقد وقع الاختيار على المبروك الفضى لإدخاله إلى بحيرة السد العالى كإضافة جديدة لمصادر الثروة السمكية بها . ويصل أقصى حجم للمبروك الفضى ١٦٠ سم طول قياسى و ٣٠ كجم وزن جسم ولونه فضى ويتكاثر فى الطبيعة ٢ - ٥ مرات فى السنة من يونيو إلى أغسطس على درجة حرارة مياه ١٨ - ٢٤ °م ، ويحتاج للفقس مدة ٥٠ - ١٥,٥ ساعة على درجة حرارة ٢٠ - ٢٠,٥ ° م. وهو آكل بلانكتون نباتى .



مبــروك فضـــى

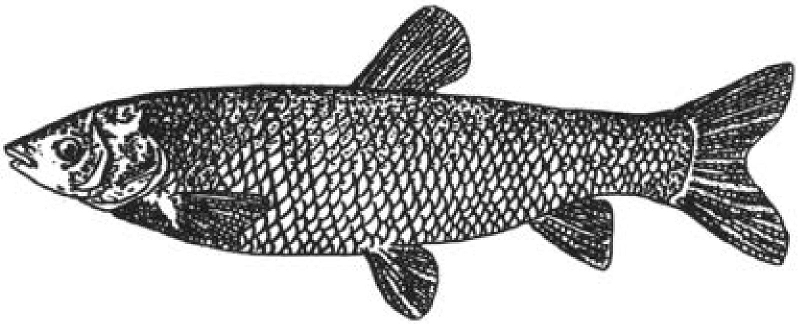
ويفضل المبروك الفضى المياه الساكنة متوسطة الخصوبة .

والمبروك كبير الرأس Bighead carp يشبه المبروك الفضى مع كبر الرأس واستدارة البطن ولونه أغمق ويميل للاصفرار مع وجود بقع أغمق ، ويعيش على البلانكتون الحيوانى أساسا بجانب الهوائم النباتية . وهو ينتمى كذلك للمبروك الصينى ولعائلة Cyprinidae وقد يطلق عليه المبروك الرخامى Marble Carp .

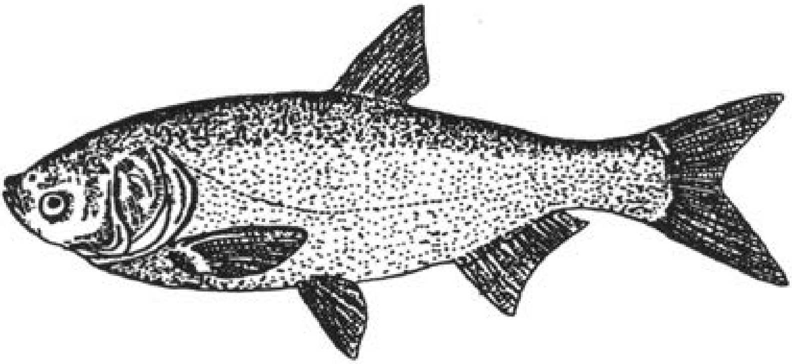


المبروك كبير الرأس Hypophthalmichthys (Aristichthys) nobilis Richard

ومبروك الحشائش Grass Carp (Ctenopharyngodon idella) مبروك صينى يتبع عائلة Cyprinidae طويل الجسم (أقصى طول قياسى ١٢٠ سم) كبير القشور وقصير الزعانف القوية ويصل وزنه حتى ٥٠ كجم ويتغذى على الحشائش والنباتات المائية الراقية والطحالب . لون الجسم مصفر إلى رمادى غامق ببريق فضى . وتقوم وزارة الرى بتفريخة بغرض تطهير قنوات الرى والصرف من الحشائش بأسلوب المقاومة البيولوچية . ولهذا الغرض انتشر المبروك هذا من مصدره الأصلى فى أنهار الصين إلى أنحاء العالم حوالى عام ١٩٦٠ ، ويستغل فى المزارع المختلطة كمحول لبقايا النباتات ومتحكم فى ومنظم للحشائش



مبروك الحشائش (Ctenopharyngodon idella)



المبروك الفضى (Hypophthalmichthys molitrix)

ويؤثر نوع وكمية التغذية على التناسل من حيث إن نوع الحشائش يؤثر على حجم المبايض فالتغذية ترتبط إيجابياً بالإنتاجية وخفض مستوى التغذية يؤدى إلى خفض كمية النواتج الجنسية.

ورغم أن تقلبات درجات الحرارة لاتؤثر على السمك فإنها تضطرب معها بشده نمو ونضج المناسل gonads، كما أن تقلبات الأوكسجين المستمرة يمكن أن تثبط النضج.

ومبروك الحشائش في المناطق شبة الحارة موسمى التكاثر ، ويتميز النضج الجنسي بمظاهر الجنس الثانوية كخشونة الزعانف الصدرية للذكور بينما الإناث تتميز ببطن طرية ممتدة واحمرار حول الفتحة التناسلية . وإن كان الاختبار العملى لنضج الذكر هو إنزال المنى . وفى الزراعة المكثفة لمبرك الحشائش تدخل الأسماك فى التناسل باستخدام الهرمونات . ودخول موسم التكاثر يحسب بدرجات - يوم (١٣٥٠ - ١٤٥٠ ° د) أو بدرجات الحرارة الفسيولوجية (٩٥٠ - ١١١٠ ° ف ت) .

عُرّفت درجـات يوم [°D] day degrees بأنها مجموع متوسط درجة الحرارة الفسيولوجية Physiological temperature degrees [°PT] كمجموع متوسط درجات حرارة الماء اليومية بالدرجات المئوية مصححة للقيمة الميتابوا زمية المعايرة على ٢٠ ° م حيث $°PT = \sum T / q$

حيث (q) عامل تصحيح يعتمد على المنحنى الطبيعى د (Ege & Krogh 1914).

جدول بقيم عامل التصحيح (q) لضبط قيم الميتابوليزم على ٢٠ °م طبقا للمنحنى الطبيعى (Ege & Krogh , 1914) .

درجة الحرارة °م	معامل التصحيح	درجة الحرارة °م	معامل التصحيح
٥	٥,١٩	١٨	١,٢٠
٦	٤,٥٥	١٩	١,٠٩
٧	٣,٩٨	٢٠	١,٠٠
٨	٣,٤٨	٢١	٠,٩٢٠
٩	٣,٠٥	٢٢	٠,٨٤٧
١٠	٢,٦٧	٢٣	٠,٧٧٩
١١	٢,٤٠	٢٤	٠,٧١٧
١٢	٢,١٦	٢٥	٠,٦٥٩
١٣	١,٩٤	٢٦	٠,٦٠٩
١٤	١,٧٤	٢٧	٠,٥٣٦
١٥	١,٥٧	٢٨	٠,٥٢٠
١٦	١,٤٣	٢٩	٠,٤٨١
١٧	١,٣١		

وقد وجد أن درجة الحرارة الفسيولوجية الصالحة للتنبؤ بالتبويض الصناعى لمبروك الحشائش فى مصر ٩٥٠ °ف ت . وينقسم موسم التكاثر إلى ٣ مراحل بداية وقمة ونهاية الموسم وفى نهاية الموسم يكون البيض زاد نضجه Overmaturation فتنخفض قدرته على أن يخصب fertilisability وذلك للعمليات غير العكسية لامتصاص البويضات أو ما يعرف بزيادة نضجها . خصوبة أو إنتاج fecundity مبروك الحشائش عالية جدا فالخصوبة أو الإنتاجية العاملة Working fecundity للأنثى أى عدد البيض المتحصل عليه لأغراض تربية السمك يتراوح مابين عشرات الآلاف إلى ٢ مليون بيضة / أنثى . الانتاجية العاملة النسبية relative working fecundity أى البيض / كجم وزن جسم تتوقف على عوامل ، منها: إدخال تكنيك التربية ، ظروف التغذية مثل التناسل الصناعى ، طول ووزن وعمر الإناث . والإنتاجية العاملة النسبية لصغار الإناث كانت أعلى منها لكبار الإناث وكذلك للسمك ذى الوزن الواحد لكن مختلف الأعمار ينتج أحجاما متباينة من البيض . ففى مصر وجد أن حجم البيض ينخفض من ٩٠٠ – ١٠٠٠ بيضة / جم بزرة بيض سمك Spawn إلى ٧٥٠ – ٨٥٠ بعد شهر من البداية ربما لأن النمو الثانى للبويضات بتكوين الصفار خارج الخلايا لم يكتمل لكل البيض فى بداية الموسم .

تؤدى المعاملة الهرمونية إلى زيادة معنوية فى إنتاج السائل المنوى من ١ – ٩ مل إلى ٥ – ٥٥ مل طبقا لطبيعة المستحضر الذى يحقن وكذا للجرعة . يستخدم لحقن مبروك الحشائش غدد نخامية من المبروك العادى ومن أنواع سمكية أخرى بنجاح . وعادة تحقن على مرتين الأولى مبدئية (١/٩ – ١/١٠ الجرعة الكلية) وبعد مدة ٣ – ٢٤ ساعة باقى الجرعة ، والجرعة الكلية تتراوح مابين ٣ – ٧ مجم / كجم وزن جسم.

وينتشر فى أمريكا حقن مبروك الحشائش لإدخاله فى موسم تناسل صناعى بمستخلص النخامية مع جونادوتروبين مشيمة الإنسان (HCG) بجرعة تتراوح مابين ٤٥ – ٤٤٠ وحدة دولية HCG / كجم وزن جسم كجرعة أولى يليها بمدة ١٢ – ٢٤ ساعة ٣٨٣ – ٢٢٠٠ وحدة دولية جرعة ثانية ثم ٣ – ٢٤ ساعة بجرعة ثالثة لكن من مستخلص النخامية ٢,٢ – ١١ مجم / كجم . و الصين يستخدم شبيه الهرمون المسبب لهرمون الجسم الأصفر LH-RH بجرعة ٥ – ١٠ ميكروجرام / كجم جرعة واحدة . ويستخدم الهرمون المخلق صناعيا كذلك فى تشيكوسلوفاكيا . ووجد أن ٢٠٠ ميكروجرام تعطى تبويضا أفضل من ٥٠ ميكروجرام / كجم جرعتين بينها ٨ ساعات . وغالبا تخدر الأسماك قبل كل حقنة هرمونات ، وبعد آخر حقنة تخيط الفتحة التناسلية للإناث لمنع انزلاق البيض فى غير الوقت المناسب . والفترة اللازمة التبويض بعد حقن الأسماك العظمية تعتمد على جرعة ونوع الهرمون ووقت الحقن والموسم وضغوط معاملة السمك والعوامل البيئية مثل فترة الإضاءة Photoperiod والملوحة ووجود الغذاء ، وفى مبروك الحشائش وجد أن هذه الفترة تنخفض بارتفاع درجة حرارة الماء . ولأن بيض مبروك الحشائش لايلتصق فيمكن التبويض فى أحواض فيبر جلاس أو خرسانة .

فى ظرف ١٠ ق بعد وضع البيض فى الماء يبدأ تفاعل القشرة مؤدية إلى احتقان البيض من قطر ١,١ – ١,٤ مم إلى ٤,٢ – ٥,٤ مم بعد ٢ – ٣ ساعات من التحضين (٦٠ – ٧٠ مرة ضعف حجم البيض

الأصلي) . ويجب حفظ البيض معلقا في الماء بواسطة اندفاع الماء الغني بالأوكسچين لأعلى . ويزال البيض الميت بواسطة السيفون Siphoning .

وتتوقف فترة الحضانة (١٩ - ٦٠ ساعة) على درجة حرارة الماء (٣١ - ١٧°م) . وتتراوح نسبة الفقس مابين ١٥ - ٤٥ ٪ . وعادة تجرى معاملات على البيض بالفورمالين ٠,١ مل / لتر مرتين ثم محلول تانين ٠,٥ - ٠,٨ جم / لتر مرة مع الحذر لأن هاتين المعاملتين ربما تؤديان إلى تأخير الفقس نتيجة التأثير على إنزيم نوبان قشرة البيض .

الغذاء الطبيعي عادة لايكفي للتناسل المرضي ، لذا ينبغي إضافة غذاء عالي الجودة ، سواء كان علفا أخضر فقط أو علفا أخضر مع علف مضغوط غني بالبروتين . علما بأن زيادة التغذية على علائق مضغوطة (محببة pelleted) تؤدى إلى مشاكل هضمية وذلك من ملاحظات عملية في مزارع روسية وأسكتلندية . وفي مصر يقدم العلف المحبب (٣٠ - ٤٠ ٪ بروتين) مع علف أخضر مثل الذرة أو البرسيم مع ضبط كمية العلف الأخضر حسب الشهية . ويجب تجنب الدهن في العلف المحبب كما هو مع أسماك الأخرى من Cyprinids لأنها ترسب دهن في منطقة البطن مما يعيق نمو المناسل . وفي التغذية المختلطة لمبرك الحشائش فيفضل إضافة ٢٪ من وزن السمك علفا أخضر بجانب الغذاء المحبب ، أما إذا كانت التغذية خضراء فقط فتكون بنسبة ٤٠٪ يوميا من الوزن للسمك .

وأفضل وزن للسمك لوضع البيض ٤ - ٦ كجم لصعوبة التعامل مع الأسماك الأكبر حجما ولكبر احتياجاتها الهرمونية .

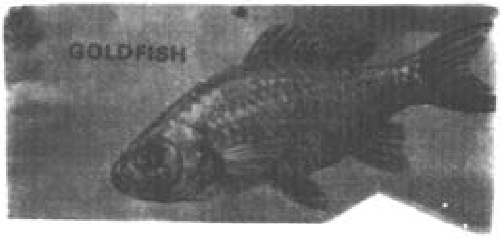
وقد أمكن الحصول على نتائج جيدة بتغذية مبروك الحشائش على علائق تحتوى ٤٦٥٧ كيلو كالورى / كجم مادة جافة . وقد تحتوى أسماك مبروك الحشائش على مستويات أكبر من الإنزيمات الممثلة للكربوهيدرات عنها في أكلات اللحوم . والأسماك الكبيرة من مبرك الحشائش تحتوى فلورا ميكروبية في الأمعاء تمكن من تخليق الأحماض الأمينية والببتيدات من ألياف العليقة .

ونظرا لوجود زريعة مبروك الحشائش في وسط غني بالنباتات والبلانكتون فإن محتواه من الأوكسچين قليل لذلك فتتأقلم فسيولوچيا بحيث ١,٠ جم فقس يحتمل حتى ٠,٤٤ - ٠,٥٧ مجم أوكسچين / لتر وفي التغذية الصناعية فإن التغذية تقل حوالي ٤٥ ٪ عند انخفاض الأوكسچين عن ٤ مجم / لتر . وزيادة ثاني أكسيد الكربون عن ٥٠ - ٨٠ مجم / لتر على ١٠ - ٣٠ °م تزيد الحاجة للأوكسچين .

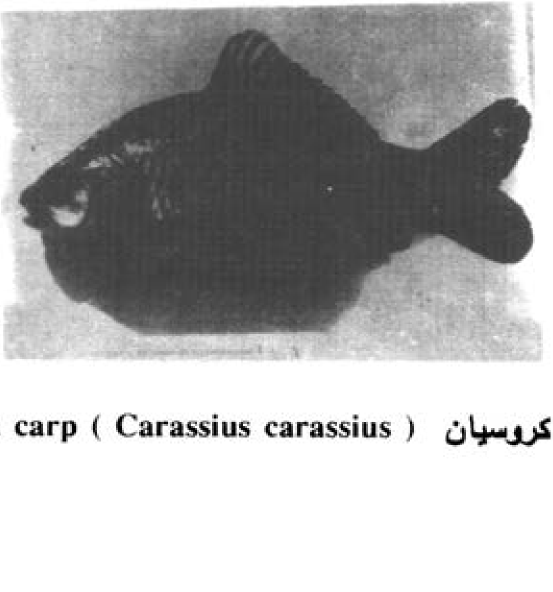
ورغم أن مبروك الحشائش من أسماك الماء العذب فإنه يحتمل حتى ١٤ ٪٠ .

وإلى المبروك الصيني ينتمي كذلك مبروك الطين Mud carp (Girrhinus molitorella) والمبروك الأسود Black carp (Mylopharyngodon piceus) . وأسماك مبروك كروسيان (Carassius auratus Crucian carp (من مبروك آسيا (ياباني) الآكل للبلانكتون النباتي كالمبروك الفضي ، ويطلق عليه بالسمك الذهبي Goldfish ويصل طوله ٤٥ سم ووزنه ٣ كجم ، قشور الخط الجانبي أقل من نوع مبروك كروسيان

آخر Carassius carassius الذى له نفس طول السمك الذهبى لكنه أثقل (٣,٤ كجم) وهذا الأخير أقل وزنا من المبروك العادى ويوجد فى البرك الطينية ويحتمل التلوث ونقص الأوكسچين فى البرد القارص ويضع بيضه فى مايو - يونية بعدد ١٥٠ - ٣٠٠ ألف بيضة حمراء شاحبة .



Goldfish (Carassius auratus) سمك ذهبى



Crucian carp (Carassius carassius) مبروك كروسيان

أما المبروك الهندى فمنة أنواع رئيسية هى :

كاتلا Catla (Catla catla)

روهيو Rohu (Labeo rohita)

مريجال Mrigal (Cirrhinus rohita)

وتزرع في مزارع مختلطة الا انه لايتكاثر في الحبس صناعيا لذلك لابد من جمع البيض من أرضيات التبويض الطبيعية . والمبروك الهندى غير معروف الكثير عن عاداتة واحتياجاته الغذائية وان أعطى انتاجا يبلغ ٧ - ٩ طن / هكتار من المزارع المختلطة من المبرك الهندى والصينى معا أو ٣ طن / هكتار فى المزارع ذات الانتاج المكثف من المبروك الهندى بمفرده .

أسماك البورى Mullets :

البورى من عائلة Mugilidae من الأسماك البحرية التى تدخل الماء الآسن وحتى الأنهار وتنتشر فى المحيط الهندى فى اليابان والفلبين واستراليا وفى البحر المتوسط . وأمكن تربية البورى فى أحواض ومع أنواع أخرى فى الماء الآسن فى إسرائيل والهند والصين وهونج كونج وهاواى . ففى إسرائيل يربى مع المبروك والبلطى فى ماء قليل الملوحة . ولا يتكاثر البورى فى الماء العذب بل يضع بيضه فى البحر وإن أمكن تبويضه صناعيا فى إسرائيل وغيرها إلا أن الفقس مات عقب فقسه . لذلك تجمع الفقس من المفرخات الطبيعية لها فى البحر وتنقل للأحواض لتربيتها ١ - ٢ سنة على طور واحد أو فى طورين (الأول ٦ - ٧ أسابيع حتى مرحلة الأصبعيات) .

لما كانت أسماك البورى تتحمل مدى ملوحة (صفر - ٣٨ جزء فى الألف) ومدى حرارة (٣ - ٣٥°م) واسع ، لذلك تنتشر أسماك العائلة البورية فى المياه الضحلة القريبة من شواطىء معظم المحيطات . كما تنتشر فى الماء الشروب والعذب لفترات ما . وأشهر أنواع البورى فى العالم:

١ - بورى مخطط Striped mullet (M. cephalus)

٢ - بورى ذهبى Golden mullet (M.ayratus)

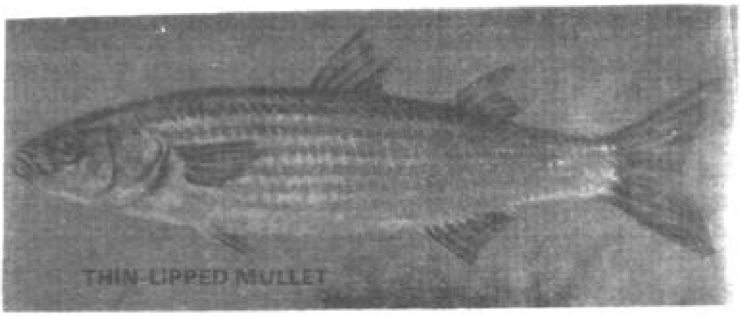
٣ - بورى ذو شفة رفيعة Thinlipped mullet (M.capito)

٤ - بورى ذو شفة غليظة Thicklipped mullet (M.labrosus)

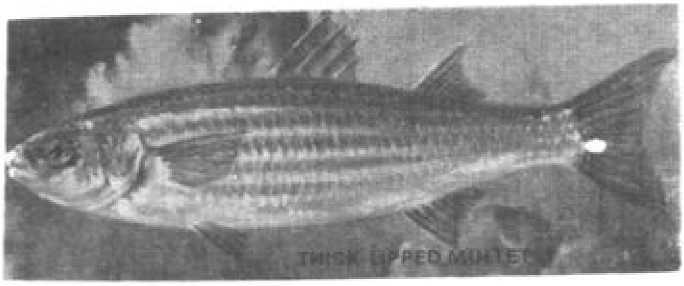
٥ - بورى رمادى Grey mullet (M.dabeo)

٦ - بورى ذو أنف حاد (جرانة) Sharpnose mullet (M. saliens)

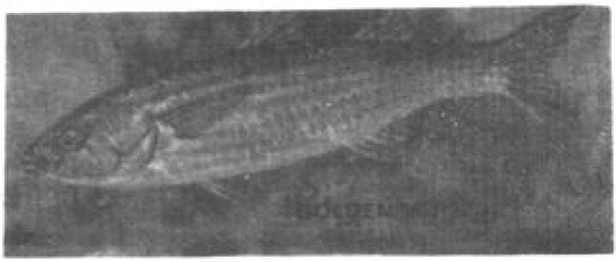
وأكثر الأنواع انتشارا فى مصايد العالم هو البورى المخطط ، ويعتبر البورى من أسماك حوض البحر المتوسط ، وتتغذى على الطحالب والقشريات ، ويتم تفريخها طبيعيا فى الربيع فى المياه الضحلة ، فتضع



بورى بشفة رفيعة (Liza ramada)



بورى بشفة غليظة (Crenimugil labrosus)



بورى ذهبى (Liza aurata)

والبورى غليظ الشفة ورقيق الشفة والذهبى ثلاثة أنواع للبورى الرمادى Grey mullet ، تتغذى على النباتات وكذلك اللافقاريات . وبزيادة ملوحة الماء يزداد المصاد من البورى الرمادى ، وتصاد الأسماك الأكبر من المناطق الأعمق . وتتواجد بنسبة جنسية ٠,٩٥ : ١ إناث : ذكور . وتبلغ الذكور عند طول ٣٤ سم والإناث عند ٣١,٥ سم وموسم وضع البيض الأساسى مابين يناير ومايو . وتختلف الخصوبة مابين ٠,٤٥ و ٤,٢ مليون فى الأسماك أطوال ٣٢ – ٥٦ سم ووزن ٠,٧ – ٢,٢ كجم ، وترتبط الخصوبة بطول الجسم ووزن المناسل .

البورى الأحمر (Mullus surmuletus)

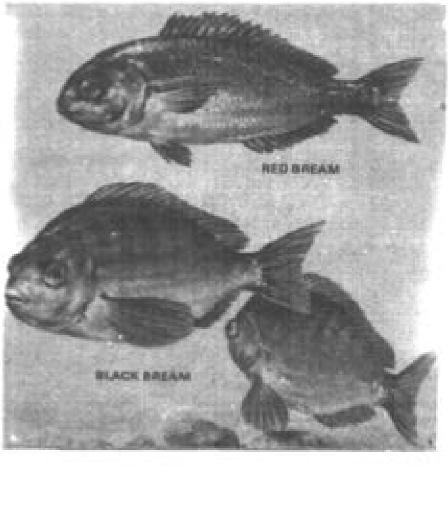
ومن البورى نوع أحمر لونه وردى محمر ، وهو سمك بحرى له شرائط صفراء على الجانبين وله زوج من الزوائد أسفل الفك السفلى طويلة ومتحركة لتتحسس بها اللافقاريات على قاع البحر .

أسماك الشلبة Breams :

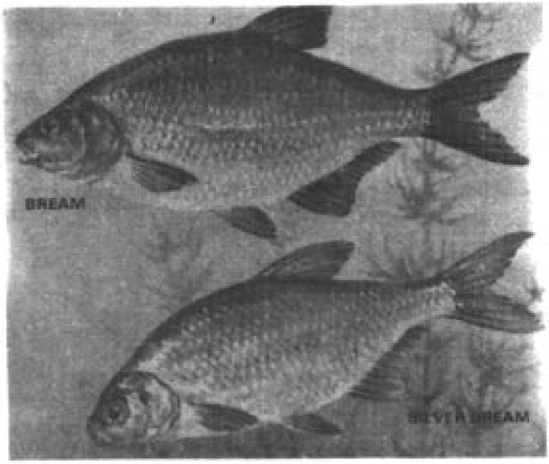
ومنها الشلبة Abramis brama والشلبة الفضية Blicca bjoernka والشلبة الحمراء Pagellus bogaraveo والشلبة السوداء Spondyliosoma cantharus ، أما شلبة البحر الأحمر Pagrus major (Red sea bream) فتسمى فى اليابان " ملك المحيط " لشكلة القوى وبريقه القرنفلى وجودة طعمه .

فيصل طول شلبة البحر الأحمر ١٢٠سم ووزن ١٣ كجم ولونه أحمر وردى لامع ، ومن الجهة البطنية

شلبة حمراء



شلبة سوداء

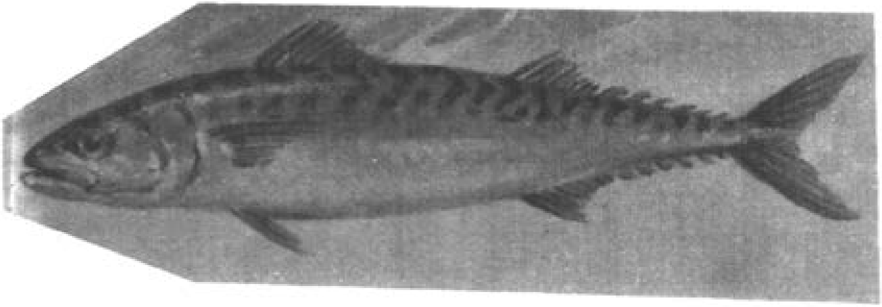


شلبة فضية

تكون ظلاله بيضاء مع وجود حدادة سوداء خلف الغطاء الخيشومي والزعنفة الصدرية ونهاية الزعنفة الذيلية مع انتشار نقط زرقاء على الجسم عدا البطن ، وهي سمكة آكلة لحوم قاعية المعيشة ، وتتغذى صغارها على الهوائم الحيوانية كاليرقات والطور البالغ للقشريات Copepods وعندما تكون يافعة تتغذى على الكائنات الحيوانية القاعية كالجمبرى والكابوريا والأصداف والأسماك قاعية المعيشة . ويتم استزراعها بعد الحصول على الزريعة من المصادر الطبيعية وكذلك من المفرخات الصناعية التي انتشرت في اليابان وتوزع زريعتها على المصادر الطبيعية بالبحر لزيادة المخزون السمكي . ويتوقف إنتاج زريعة شلبة البحر الأحمر على وفرة الروتيفيرا Rotifer فالزريعة الواحدة بطول ١٠ مم تحتاج ٤٠ ألف روتيفيرا . وبعد بلوغ الزريعة طول ٨ - ١٣ مم يمكن نقلها إلى الأقفاص الشبكية العائمة في البحار أو أحواض بها ماء بحر .

أسماك الماكريل :

ينتمي الماكريل Mackerel (Scomber scombrus) إلى عائلة أسماك الأسقمرى وهو معروف جيدا في المحيط الاطلنطي ومياه البحر المتوسط . ويتغذى الماكريل على القشريات المجهرية والأسماك اليرقية ويتكاثر من الربيع إلى سبتمبر ، ويتم وضع البيض عدة مرات بإجمالي مليون بيضة مجهرية .



ماكريل

وهناك مئات الأنواع السمكية التي لايمكن أن يكفي كتاب واحد لوصفها والكلام عليها ، لذا يكتفى بالأنواع سابقة الذكر .

الباب الثانى

الاستزراع وانواعه ومتطلباته

الفصل الأول
تقديم لأنواع المزارع

الغرض من المزارع وضرورتها :

الزراعة المائية Aquaculture تعنى بإنتاج الأسماك والرخويات والقشريات والطحالب (الأعشاب أو الحشائش) المائية وبرمائيات وحيوانات مائية مختلفة . وينتج العالم النامي من الزراعة المائية أسماكاً أكثر بينما تنتج الشعوب المتقدمة رخويات وقشريات وأعشاباً بحرية أكثر من إنتاجها لأسماك المزارع. وتعتبر الرخويات والقشريات مصدر دخل عملة صعبة لبعض الدول النامية . وتقع مصر في المرتبة الحادية عشر بين الدول النامية من حيث إنتاجيتها من الزراعة المائية .

وتستخدم الطحالب الكبيرة أو الحشائش البحرية في اليابان والصين وكوريا والفلبين وتايلاند وتشاد والمكسيك وشيلي والنرويج إما للتغذية المباشرة أو لإستخلاص الغرويات البحرية أو كغذاء للحيوانات أو كأسمدة . وأهم ما يستخدم منها الأنواع الحمراء والبنية في الغذاء (٤٩٪) والصناعة (٤١٪). وبعض الطحالب تنتج سموم وبعضها غني بالبروتين الجيد ومصدر للفيتامينات (أ ، ثيامين ، ريبو فلافين ، نياسين ج) والمعادن (كالسيوم ، حديد ، يود).

فيستخدم في الفلبين بداية من أوائل الستينات طحلب أحمر red algae كعشب بحرى seeweed يعرف بالجوزو gozo (Eucheuma) استخدمه أهل الشواطىء كسلاطة خضراء ، وصدرته في صورة جافة حتى انخفض إنتاجها منه نتيجة الحصاد الجائر overharvesting للطحالب لذا اتجهت الفلبين إلى استزراعه حيث يعطي الحقل ٣ أضعاف ما يعطيه من قصب السكر ، وهي طريقة جيدة لاستغلال الطاقة الحرة من الشمس لتثبيت السكر الخماسي للعالم النامي الجائع. وإذا كانت ظروف الاستزراع جيدة فإن الطحلب يضاعف وزنه كل ١٠ أيام ، وأصبح هذا الطحلب يستخدم في صناعة الجيلي والنسيج ومعجون الأسنان وأدوات التجميل وغيرها .

والكلوريلا Chlorella من الطحالب الدقيقة ، قطرها أقل من ١٠ ميكرون، وهو طحلب أخضر كثير الاستخدام في المعامل ومفضل استخدامه في الاستزراع في حيز كبير، يبلغ إنتاجه على المجارى ٧٠ - ١٧٠ طن / هكتار سنوياً ومن الطحالب الدقيقة ما يستخدم مسحوقه أو الطحلب ذاته في تغذية الإنسان لتشابهه مع فول الصويا من حيث البروتين ولارتفاع هضمه (٧٨٪) ولغناه بالفيتامينات والأحماض الدهنية الأساسية .

ومن الطحالب الدقيقة (طحالب خضراء ، دياتومس diatoms) ما تستزرع بغرض تغذية صغار

الجمبرى والمحار والرخويات والأسماك .

هذا وتزرع آسيا الضفادع Frogs (Rana spp.) ويبلغ إنتاجها عام ١٩٨٥ حوالى ٧٨٠ طنا بينما إنتاج أوربا فى نفس العام من الضفادع ٢٧ طنا وإنتاج أمريكا الشمالية ١٢٣٥ طنا .

فالاستزراع السمكى Fish culture هو أحد فروع الزراعة المائية وقد يكون بغرض الصيد للاستهلاك الآدمى أو للمقاومة البيولوجية ، سواء للحشائش أو للحشرات والقواقع ومسببات وعوامل مسببات الأمراض. وقد تكون بهدف إصلاح التربة وإخصابها والإستفادة من مخلفات المزارع الحيوانية والنباتية . إضافة إلى الهدف الرئيسى من زراعة السمك وهو الحصول على مصدر غذائى بروتينى رخيص للفقراء حيث تنعدم المصادر الأخرى من صيد حيوانات وتربية ورعاية الحيوانات الزراعية أو لانعدام أو عدم وفرة المصادر الطبيعية للسمك. فتقوم الزراعة السمكية برعاية مقننة للأنواع المرغوبة من الأسماك مع التحكم فى نموها كمياً ونوعياً وتنظيم تناسلها وتغذيتها وكثافتها مع مقاومة الأنواع غير المرغوبة من أسماك وحيوانات ونباتات وكذا مقاومة الأمراض وبالتالى تزيد إنتاجية وحدة المساحات من المزارع السمكية عشرات الأضعاف عن إنتاجية نفس الوحدة من المصادر الطبيعية. فإذا كان متوسط إنتاج السمك من المصادر الطبيعية حوالى ٢١ كجم/ هكتار سنوياً فإن إنتاج المزارع فى المتوسط ٢٤٢ كجم / هكتار سنوياً أى ما يزيد عن ١١ ضعفا ويتضاعف أكثر بالإنتاج المكثف ليبلغ عدة أطنان . فالأسماك مصدر رئيسى لسد العجز فى البروتين الحيوانى لكثير من الناس (المتزايدة أعدادهم باستمرار خاصة فى إفريقيا وآسيا) أكثر مما يقضى عمله إنتاج لحوم الدواجن والبيض معا أو لحوم الضأن ، خاصة وأن عدد مستهلكى الأسماك أكثر من مستهلكى اللحوم والألبان على مستوى العالم . كما زاد من انتشار المزارع السمكية تفشى عمليات تلويث المحيطات مما يقضى على المخزون التجارى للسمك البحرى مما استلزم الاعتماد على المياه الداخلية (المزارع) . ويتطلب الصيد الجائر أن يعاد تخزين زريعة (منتجة من المزارع والمفرخات الصناعية) فى الأجسام المائية الطبيعية للمحافظة على المخزون السمكى.

وقد عرفت زراعة السمك فى عهد الفراعنة فى مصر القديمة ، إذ عرفت أقدم (حوض) مزرعة سمك مرسومة على مقبرة مصرية قديمة يرجع تاريخها لما قبل عام ٢٠٠٠ ق.م. توضح سمك البلطى النيلى (كنوع شائع فى النيل) يتم صيده من مزرعة صناعية ، ولم تمارس زراعة السمك منذ عهد قدماء المصريين حتى أدخل المبروك لأول مرة عام ١٩٣٤ مصر . وتنتشر المزارع الآن وتتطور بسرعة فى كافة أنحاء الأرض. ونظراً لنقص نصيب الفرد المصرى من الأسماك وعدم الاستغلال الأمثل لشواطئنا فذلك يحتم ضرورة إقامة المزارع السمكية وذلك للأسباب الآتية :

١ – تغلغل مياة النيل وروافده فى البلاد وجود كثير من البرك والأراضى المنخفضة .

٢ – انكماش رقعة البحيرات الطبيعية واضمحلال ثروتها السمكية وتجفيف مساحات منها للزراعة النباتية والعمران.

٣ – توافر الأراضى البور والغير صالحة للزراعة النباتية ويناسبها ويرفع من خصوبتها الاستزراع السمكى فيها.

٤ –زيادة السكان وضرورة توفير مزيد من الأغذية البروتينية.

٥ – القضاء على مشاكل الحوش والسياحات بالبحيرات .

٦ – توفير جزء من العملات الأجنبية فى استيراد الأسماك.

٧ – لتعويض النقص فى قدرة البحيرات الإنتاجية بعد حجز مياه الفيضان بإنشاء السد العالى.

٨ – لتعويض النقص فى قدرة المياة الداخلية الإنتاجية بسبب وجود السد العالى بجانب ازدياد تلوث المياه بالمخلفات الصناعية.

٩ – لتزويد البحيرات الحالية وبحيرة ناصر والترع والمصارف وحقول الأرز بالزريعة اللازمة لتعوض النقص فى الأسماك من بيئته الطبيعية .

ومحدودية المياه الداخلية فى منطقة الشرق الأوسط تحد من انتشار مزارع الأسماك إلا أن الأنهار الرئيسية كالنيل ودجلة والفرات والأنهار الصغيرة والجداول والبحيرات والخزانات والعيون والمستنقعات وقنوات الرى وحقول الأرز الرطبة كلها توفر إمكانيات ذات معنى لزيادة محصول السمك الطبيعى من خلال زراعة وإدارة وغيرها من عمليات الزراعة السمكية piscicultural. أكثر من ذلك فإن التنبيه الأخير من خلال انتشار مزارع السمك فى باكستان والسودان وسوريا وإيران ومصر أدى إلى صحوة فى الزراعة السمكية والتى بالوقت تحول المياه المستزرعة إلى وحدات إنتاجية لإمداد الكثافة السكانية المتزايدة بالبروتين المطلى . فإعطاء اهتمام الحكومات والأفراد لهذا النشاط مع زيادة العمالة الماهرة فى هذه البلدان سوف يجعل للزراعة السمكية دورا هاماً فى الشرق الأوسط.

وقد وصل الإنتاج السنوى اليوم من الزراعة المائية حوالى ١٠ مليون طن ، تشكل حوالى ١٥ ٪ من محصول المصايد التجارية ، ويتوقع أن تزيد هذه الكمية فى نهاية هذا القرن إلى حوالى ٣٥ مليون طن . وتتركز الزراعة المائية أساساً فى آسيا التى تنتج وحدها ٨٥ ٪ من إجمالى محصول الزراعة العالمى .

أشكال الاستزراع السمكي :

تأخذ المزارع السمكية وطريقة الإنتاج فيها أحد الأنظمة الآتية :

١ – مزارع السمك فى أحواض Fish culture in ponds :

تنتج الأحواض حوالى ٧٥ ٪ من إنتاج السمك المستزرع، وتشكل الأحواض حوالى ٩٠ ٪ من المساحة القابلة للاستزراع . وهناك طرق مختلفة لرعاية الأحواض :

أ – المزرعة وحيدة النوع Monoculture : وهى التى يربى فيها نوع واحد من الأسماك غالباً من الأنواع شديدة التغذية كالتراوت والثعبان والقراميط والتى تتغذى على بروتين حيوانى

كما يمكن تربية الأنواع آكلة العشب أو متنوعة التغذية وفى هذه الحالة فإنه لا يستهلك فقط الإنتاج الأولى للحوض بل كذلك الإضافات الغذائية ، وأفضل أسماك لهذه الطريقة المبروك والبورى وسمك اللبن والبلطى .

ب - **مزرعة عديدة الأنواع Polyculture** : وهى التى يسع الحوض الواحد منها أنواع مختلفة من الأسماك معا ويمكن أن تختلف كذلك فى العمر والأمثلة لهذه المزارع هى التى تنتشر فيها أنواع المبروك الصينى والهندى أو البلطى مع المبروك أو سمك اللبن مع الجمبرى .

جـ - **رعاية مكثفة Intensive rearing** : وفيها تزداد كثافة تخزين السمك فى الماء وتغذى على أعلاف صناعية عالية القيمة . ويستخدم فيها التكنولوجيا الحديثة والمعرفة العلمية فى تخطيط وإنشاء الحوض ومراقبة جودة المياة ولتنقية مياة الصرف ولإغناء الماء بالأوكسجين. وهى تتكلف الكثير لكنها تنتج الأكثر الذى يحقق ربحاً مالياً وإن كانت ترافقها مخاطر مثل انتشار الأمراض أو الأعطال الفنية . وهذا النوع من المزارع يستخدم أساساً فى الدول الصناعية لإنتاج الأسماك ذات القيمة التسويقية العالية كالسالمون والتراوت والثعبان والقرموط . والرعاية المكثفة تكون فى أحواض صغيرة .

د - **رعاية منتشرة Extensive rearing** : وفيها تتغذى الكائنات المائية على الغذاء الطبيعى فى الحوض وكثافة التخزين منخفضة وكذلك الإنتاج لوحدة المساحة منخفضه وهذا النوع من الرعاية لا يصاحبه خطورة على جودة المياة فى الحوض . ولا يلزمها رأس مال كبير . وتكفى لإنتاج الطعام وفرصة للعمل للأفراد الأقل أهلية لذلك تنتشر فى البلاد الفقيرة .

هـ- **الرعاية شبه المكثفة Semi- intensive rearing** : وفيها تنال الكائنات المائية بجانب الغذاء الطبيعى كذلك إضافات غذائية من مخلفات نباتية أو حيوانية، واستخدام الأسمدة يزيد الإنتاج . ويستخدم هذا النظام تقريباً فى كل البلاد لإنتاج أنواع الأسماك آكلة العشب ومتنوعة التغذية وهى مناسبة على وجه الخصوص لزيادة إنتاج السمك فى الدول النامية .

و - **إعادة تدوير Recycling** : أى إعادة استخدام المخلفات الحيوانية والزراعية فى تربية السمك فى أحواض وهى طريقة أصلها آسيوى وانتشرتا الآن فى كثير من بقاع العالم ، وعليه تجد تربية البط أو الخنازير أو الماشية مرتبط فيها بمزارع السمك خاصة فى تايوان وأوربا الشرقية ووسط إفريقيا ونيبال . وفيها تسمد أحواض السمك أو الطحالب بمخلفات الحيوانات الأرضية مما يزيد من الإنتاج الأولى للحوض وعليه يزيد إنتاج السمك أو الطحالب . وفى هذه الطريقة وسيلة للتخلص من تلوث البيئة بمخلفات الحيوانات . ولكن ينبغى التأكد من عدم تلويث مياة الحوض بالمنظفات أو المضادات الحيوية أو نقل مسببات الأمراض أو الأمراض إلى الإنسان من خلال السمك الناتج من هذه الطريقة .

ز - البرك (الأحواض) Ponds: من حيث الحجم كبيرة وصغيرة وقد يضاف إليها الخزانات أو الحواشات reservoir وإن كانت ليست بأحواض وليست من أنظمة الاستزراع السمكى الحقيقية، إلا أنها بالمراقبة والإدارة الفعالة تنتج الكثير .

الأحواض الكبيرة : متباينة الحجم لكنها عادة حوالى ١٠٠٠ متر مربع ويمكنها أن تصل إلى عدة عشرات الاف من الأمتار المربعة كما فى مالاوى (١٠ - ٤٠ ألف م٢) والوحدة تتكون من أحواض للفقس وأخرى للتبويض وثالثة للنمو . وتتركب الأحواض من أشكال ثلاثة (مخططة contour ، قناطر barrage ، منخفضة paddy). ففى الأحواض المخططة تحاط الأرض المنحدرة بحوائط وتختلف أعماقها بالتالى ، وهذه الأحواض تصمم على جوانب الوديان وأماكن تجميع الأمطار وتغذى بالماء من قناة وتوجد الأحواض فى مجموعات . والنوع الثانى بقطع مجرى مائى أو مكان تخزين أمطار بحائط أو عدة حوائط ويخشى على هذا النوع من الفيضانات أو القنوات الجانبية وتصمم هذه الأحواض فى مجموعات كذلك . أما النوع الثالث أى الأحواض المنخفضة فتبنى على أرض مسطحة ببناء جدران تختلف ميولها باختلاف الأرضية فالأرض الأقل تماسكاً يكون انحدار جدرانها الداخلية ٢ : ١ - ٢,٥ - ١ وصرف الماء بمجارى خرسانية .

الأحواض الصغيرة : يتباين حجمها من ١٠٠ إلى ٥٠٠ م٢ (وربما أقل من ذلك أى عدة أمتار مربعة) وتوجد فى مجموعات بطرق مختلفة ويصل عمقها إلى متر وليس لها صرف طبيعى.

الخــزانـــات : تبنى لتخزين المياه أساساً واستزراع البلطى كهدف ثانوى منها .

والتربية المغلقة فى أحواض زجاج تفضل فى الأغراض المعملية والعرض والتخزين وتجارب التربية .

٢ - مزارع التانكات Tank culture :

تستخدم فى هاواى تانكات (أحواض) سنة ٣٠٥٠ لتر بسرعة تدفق للماء ٢٢٠ لتر / ساعة بماء معاد دورانه لاستخدامه recycled water ومعدل تسكين ١ سمكة / ٣ لتر (٢٠ مم) ، إلا انه تحدث معدلات نفوق لتلف الماء للتغذية الكربوهيدراتيه وبذلك ينخفض الأوكسجين وتتبقى فضلات سامة فتؤثر على نمو السمك . كما استخدمت بنجاح تانكات أكبر سعة ١٢ ألف لتر لتنتج ٨٥٠ كجم سمك ومعدل تدفق الماء ١ لتر / كجم / ق .

٣ - الهدّارات (المجاري) Raceways :

استخدمت فى المزارع المختلطة من البلطى والقراميط وكانت نتائجها مشجعة فى جنوب كاليفورنيا . وتستخدم المياة من آبار ارتوازيه على درجة حرارة ٣٢ - ٢٥° م مما يجعل من الممكن إنتاج السمك على مدار العام أساساً من القراميط وثانوياً من البلطى.

٤ - مزارع السمك في سياجات وحواجز شبكية

Fish culture in net pens and enclosures

السياجات الشبكية تستخدم للتحكم فى رعاية مختلف أنواع الأسماك فى المياة العذبة والشروب والمالحة فى صور مكثفة وشبه مكثفة أو متسعة كما فى مزارع الأحواض وذلك طبقاً لنوع السمك والظروف المحلية والأربحية ومستوى تدريب الأفراد . ويختلف بناء السياجات الشبكية طبقاً للظروف البيئية فبذاك تختلف فى حجمها طبقاً لاحتياجات الأنواع المختلفة من السمك ولخواص المياة المختلفة . وتقام السياجات الشبكية حيث لا يمكن إقامة مزارع وتقام غالباً فى المناطق الشاطئية وفى البحيرات وفى الأنهار .

٥ - مزارع السمك في قنوات الري وحقول الأرز

Fish culture in irrigation canals and paddy fields

منذ قرون من الزمان وتربية الأسماك فى آسيا تقوم به فى قنوات الرى وحقول الأرز. فهو استخدام للماء لمزيد من إنتاج البروتين الإضافى ، فتربة الأرز تكون خصبة جداً فتنتج كميات كبيرة من البلانكتون بنوعية والتى يستخدمها السمك كمصدر لغذائه. ويستخدم فيها البلطى والمبروك والقراميط وينبغى أن تتحمل الماء الضحل وارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الأوكسجين . ويمكن أن تكون الزراعة متنوعة الأسماك أو حتى جنبرى ماء عذب ومحار كذلك وكلها لها تاثيرات نافعة على محصول الأرز إذ تؤدى إلى التحكم فى النباتات غير المرغوبة والقواقع ويرقات الحشرات . ولكن كل ما يخشى هو من مشاكل كثرة استخدام المبيدات للأرز النامى مما ينبغى معه استخدام سلالات أرز مقاومة أو استخدام طرق مقاومة (لأمراض) اخرى خلاف المبيدات .

٦ - زراعة السمك فى الماء الآسن Fish culture in brackish water

هو الماء المالح قليلاً وقد يكون ماء صرف لا يصلح لرى المحاصيل الحقلية أو ماء آبار ، ويربى فيه المبروك والبلطى والبورى وسمك اللبن والقراميط ورأس الحية والجمبرى .

وتتباين ملوحة أحواض الماء الآسن حسب مواسم الجفاف والمطر فقد تنخفض فى موسم المطر إلى ٥ جزء / ألف ، وتتركز فى موسم الجفاف لتصل إلى ٧٠ جزء / ألف ، كما يساعد ضحالة الماء ورشحه على زيادة الملوحة .

٧ - زراعة السمك في الماء الجاري Fish culture in running water

الماء الجارى يكون غنياً بالأكسجين فيمكن من زيادة معدل تخزين (كثافة) السمك فى وحدة المساحات كما يُمكّن من التخلص من مخلفات السمك وأغذيته ، أى يُمكن من الإنتاج المكثف الذى بلغ فى اليابان ٤١٨ كجم/م٢ أو ١٨ , ٤ ألف طن / هكتار من المبروك فى السنة.

٨ - مزارع أسماك فى أنظمة ماء دائرية

Aquaculture in circulating water systems

تم تطويره أخيراً فى الدول الصناعية لشدة الحاجة للماء الجيد والأنظمة المشددة على قواعد صرف الماء من المفرخات والمزارع السمكية إلى الصرف العام وهذا النظام هو أكثر الطرق كثافة انتاجية فى زراعة السمك ، وله نفس مزايا وعيوب الإنتاج المكثف للسمك فى أحواض ونظراً لزيادة كثافة العشيرة الحيوية فى الماء فتمد بغذاء صناعي عالى القيمة وتحفظ تحت ظروف بيئية ثابتة مثلى للنمو .

ويطبق هذا النظام على الكائنات المائية عالية القيمة نظراً لأسباب اقتصادية لما يتطلبه النظام من إمكانيات شديدة وصيانة بعناية فائقة . فيتستخدم فى التحكم فى نضج السمك والقشريات والمحار لإنتاج الصغار فى بيئة متحكم فيها . وباستخدام التكنولوجياالموفرة للطاقة يصير هذا النظام ملائماً لدول العالم الثالث حيث يعوزها الماء .

٩ - المزارع الرأسية لإنتاج المحار

Vertical cultures for shellfish production

تم زراعة أم الخلول والمحار mussels , oysters منذ قرون على قاع البحر وفى العقود الأخيرة أمكن زيادة الإنتاج بإدخال طرق الإنتاج الرأسي، واليوم تزرع على عصى وأحبال معلقة من أسقف rafts وفى شباك نيلون على شكل جراب sack أو فى إطارات خشب أو أوانى بلاستيك وإذا كانت الأنظمة العائمة لا يمكن استعمالها لظروف البحر الصعبة فإن مزارع المحار بنظام الحبل الطويل تعد فعّاله جداً .

١٠ - مرابى بحرية See ranching :

فى هذا النظام من الزراعة المائية يربى السمك والجمبرى والمحاريات فى مفرخات حتى وقت تمكنه من التغذية الطبيعية فيمكن انتشارها فى ماء مفتوح ويعاد صيدها فى الوقت المحدد . ورغم أن القليل جداً من الكائنات الأصلية الموضوعة يمكن إعادة صيدها ، إلاأن هذا الشكل من الزراعة المائية يمكن أن يكون مربحاً فى ظروف معينة . ويمكن زيادة المحصول من الصيد العادى باستخدام هذا الأسلوب الذى يعد طريقة منظمة للتخزين.

١١ - الحـواشـــات:

والحواشات كمناطق ضحلة محصورة بين البحر والبحيرات الساحلية (حواشات ساحلية) أو داخل البحيرات ذاتها (حواشات بحيرية) كمرابى طبيعية تملأ بالماء صيفاً لارتفاع مستوى الماء لزيادة الصرف من الرى وتبذر الحواشات طبيعياً بالبلطى والبورى والقرموط والثعبان والفرخ perch وغيرها لتنمو حتى ينحسر الماء فيتم الحصاد. وعادة يسمد الحواش بزرق الدواجن ليعطى محصولاً قدره حوالى ١٤٧٥ كجم / هكتار من منطقة بحيرة المنزلة ، وباستخدام إضافات غذائية أمكن الحصول على ٣.٤ طن / هكتار . وتبلغ

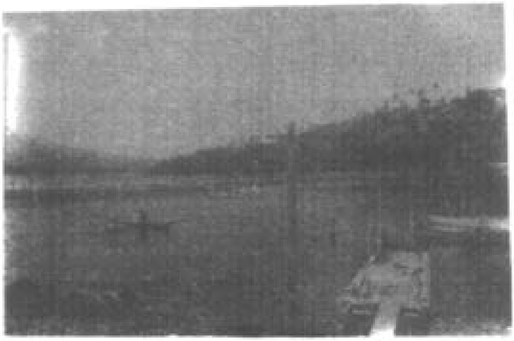
مساحة الحواشات فى مصر حوالى ٤٨٨٤٥ هكتـار ، ويمكـن أن تصل فـى الواقع إلى ١٨٠٤٠٠ هكتار (حوالى ٤٣٠ ألف فدان ، فالهكتار = ٢,٣٨ فدانا والفدان = ٠,٤٢ هكتار).

١٢ - المزارع مختلطة الإنتاج :

وتتضمن إضافة إلى إنتاج السمك / ارز rice - cum - fish production (والتى يهتم بها فى مصر جدا لسعة المساحة المنزرعة أرزاً). كذلك مزارع سمك / حيوان animal - cum - fish

مربى طبيعى للسمك
Rancing

زراعة السمك فى سياج
Enclosure



زراعة السمك مع البط

مزرعة السمك عمل متكامل بين البيولجي والزراعي والهندسي والبيطري والبيئي وغيرهم بهدف جودة نمو السمك ومقاومة الأمراض في بيئة مناسبة خالية من الضغوط.

يتم هذا الإنتاج سواء على سطح الحوض أو بجانبه لزيادة الإنتاج الكمي والاقتصادي ويتمثل هذا في إنتاج السمك والبط وفوائده :

١ - انتشار منتظم لزرق البط على سطح الحوض يعتبر سمادا عضوياً ممتازاً للماء ولقاع الحوض مما ينمي العوالق فيعتبر غذاء مباشراً وغير مباشر للسمك كالمبروك.

٢ - يحفر البط القاع الضحل فيقل الإنتاج النباتي للماء خاصة حشائش البط.

٣ - يؤدي حفر البط للقاع إلى ذوبان المغذيات التي يحتويها فيزيد الإنتاج الطبيعي.

٤ - الغذاء الموزع للبط وغير المأكول تأكله الأسماك أو يعمل على التسميد غير المباشر .

٥ - يتغذى البط على القواقع في عمق حتى ٤٠ - ٥٠ سم فتساعد في مقاومة البلهارسيا.

٦ - بجانب كل ما ذكر عالية فهناك إنتاج إضافي من تسميد البط بجانب زيادة إنتاج السمك للمزايا عالية والإنتاج الإضافي من لحوم وبيض البط.

فقد أدى التسمين المكثف لكل ٣٠٠ بطة / هكتار إلى زيادة إنتاج السمك بمقدار ١٠٠ كجم في المتوسط . والعدد الموصى به للبط في أوربا يتباين ما بين ٢٠٠ - ٤٠٠ بطة / هكتار (في المتوسط ٢٥٠) وتجرى رعاية البط في أحواض السمك على مستوى واسع في أوربا (الشرقية) خاصة في المجر وألمانيا (الشرقية) وبولندا والاتحاد السوفيتي (سابقاً) وكذلك في إفريقيا خاصة في زامبيا وروديسيا .

كما يجرى ازدواج الإنتاج بين السمك والدواجن خاصة في الشرق الأقصى فكل الفلاحين منتجون للسمك والعكس بالعكس ، كما تربى الخنازير على ضفاف أحواض السمك بنفس طريقة تربية البط ، وسبق الحديث عن ازدواج انتاج السمك والأرز ، كما قد ينتج الغاب في أحواض السمك، كما ينتج المحار والقشريات، أو الأسماك والضفادع ، أو الأسماك وكلب الماء beaver (nutria) (التي تخفض الإنتاج النباتي المائي كالغاب وذيل القط وتساعد على سرعة معدنة الطين فتزيد إنتاجية الحوض وتزيد غذاء المبروك من روث كلب الماء بجانب الأهمية الإقتصادية للحم وفراء كلب الماء كما يرفع كلب الماء من الإنتاج الكمي

للسمك). ويعمل البط والأوز وكلب الماء على مقاومة النباتات الراقية فى أحواض السمك

ويتمثل الإنتاج المزدوج كذلك فى استخدام روث الحيوان فى تسميد مزرعة السمك فيرتبط استزراع البلطى برعاية الخنازير أو البط وذلك بصرف ناتج غسيل اسطبلات الخنازير يومياً إلى أحواض السمك أدى ذلك لإنتاج ٣ طن / هكتار من السمك مع حوالى ٣٠ طن / هكتار أعشاب مائية حصدت وغذيت للخنازير مكونة حلقة إنتاج متكامل. وقد بلغ إنتاج السمك ٢ - ٤ طن / هكتار / سنة مع البط (٨,٥ - ٨,٩ طن / هكتار / سنة) مع الخنازير وفى الجابون ٣,٦ - ٤,٩ طن / هكتار / سنة مع الدواجن . فروث الخنازير يحتوى ٧٠ ٪ غذاء يهضمه السمك بينما البول والمواد الأخرى تسمد المزرعة. والبط ينمو أفضل فى مزارع السمك وزرقه سماد للمزرعة وغذاء للسمك لذا يفضل تسكين ٢٠٠ بطه / هكتار (تنتج ٢,٨ كجم سمك بلطى / بطة / سنة). وفى نفس الوقت تقاوم البط الحشائش وتزيل قواقع البلهارسيا ، كما يخفض البط من عدد زريعة البلطى فى المزرعة ، سواء باكلها مباشرة أو باضطرابها لعش البيض ، إلا أن مشكلة البط أنه يتلف حوائط المزرعة وربما يهدمها لذلك يفضل تسويرها Fencing داخل مزرعة السمك لمنع هذا التلف ولاستبقاء البط فى المزرعة وقد يخشى من البط كذلك أنه ربما يصير حاملا أو عائلاً لبعض الطفيليات الخاصة بالسمك مثل Digenea والتى تخفض إنتاج السمك . وعند الحصاد تجمع الأسماك الصغيرة التى لا يعاد تخزينها وتقدم كغذاء للخنازير أو للبط.

والحيوانات الزراعية المحملة على مزارع الأسماك بجانب أهميتها فى حد ذاتها لإنتاجاتها المختلفة ، فمخلفاتها ذات أهمية غذائية السمك وكمها كبير وقد يهدد البيئة بالتلوث إن لم يستغل فى تسميد أرضية أحواض السمك . والجدول التالى يبين إنتاج الحيوانات المختلفة من الفضلات :

المقياس	الوحدة	خنازير	دجاج	عجول تسمين	غنم	ماشية
روث خام / يوم	٪ من الوزن الحى	٥,١	٦,٦	٤,٦	٣,٦	٩,٤
جوامد كلية	٪ من الوزن الرطب	١٣,٥	٢٥,٣	١٧,٢	٢٩,٧	٩,٣
	٪ من الوزن الحى	٠,٦٩	١,٦٨	٠,٧٩	١,٠٧	٠,٨٩
جوامد طيارة	٪ من الجوامد الكلية	٨٢,٤	٧٢,٨	٨٢,٨	٨٤,٧	٨٠,٣
	٪ من الوزن الحى	٠,٥٧	١,٢٢	٠,٦٥	٠,٩١	٠,٧٢
أزوت	٪ من الجوامد الكلية	٥,٦	٥,٩	٧,٨	٤,٠	٤,٠
حمض فوسفوريك	٪ من الجوامد الكلية	٢,٥	٤,٦	١,٢	١,٤	١,١
بوتاسيوم	٪ من الجوامد الكلية	١,٤	٢,١	١,٨	٢,٩	١,٧

لم يعد ممكن تحت ظروف الإنتاج المكثف (للدواجن وتسمين العجول والألبان) أن تكوّم هذه

المخلفات كما كان يحدث فى الماضى خارج القرى وعلى جوانبها تفوح منها الروائح وتعيق الطرق فالإنتاج الآن أكثر بكثير والتربة فى أشد الحاجة إليها كسماد عضوى يعيد للأرض جزءاً من خصوبتها.

وتعتبر تكاليف التسميد فى مزارع السمك من بين أهم تكاليف الإنتاج. فالأسمدة العضوية وغير العضوية تزيد القاعدة الغذائية (الإنتاج الأولى) أى نمو الهوائم النباتية (الطحالب وحيدة الخلية unicellular algae) والحيوانية والبكتريا والتى ترشحها من الماء كثير من أنواع السمك كغذاء لها، ومن هذه الأسماك أنواع البلطى والبورى وسمك اللبن وكذلك أسماك المبروك الفضى وكبير الرأس (كاكلات أعشاب ولحوم) والعادى. وهناك إمكانية لخفض تكاليف الأسمدة فى مزارع الأحواض بخلط إنتاج الحيوانات المنزلية بإنتاج السمك. ففى الزراعة التقليدية للسمك تخصب الأحواض بنواتج اخراج الحيوانات المنزلية قبل تخزينها بالسمك، وكذلك تخصب الأحواض بكميات منظمة فى أثناء الإنتاج. ولتوفير تكاليف نقل السماد البلدى هذا من الاسطبلات أو الحظائر إلى الأحواض، فيمكن بناء هذه الحظائر أو المظلات مباشرة عند الأحواض أو عليها. وزرق الطيور هو أفضل الأسمدة للأحواض السمكية، لارتفاعه محتواه الأزوتى والفوسفورى ومركباته العضوية. وعند انخفاض أسعار لحوم وبيض الدواجن قد يصير الربح من بيع الزرق – أحياناً – أعلى من الربح من لحوم وبيض الدواجن ذاتها، كما فى حالة الفيليبين مثلا لذلك ولأسباب اقتصادية فإن ارتباط إنتاج الدواجن بإنتاج السمك تعد فكرة جيدة لذلك تبنى حظائر كتاكيت اللحم والدجاج البياض مباشرة على أحواض السمك. وتسكن الطيور على عدة مستويات من الارتفاع، أدناها حظائر الكتاكيت حيث يسقط زرقها مباشرة إلى حوض السمك، بينما المستويات الأعلى يسقط زرقها على أرضيات خشب يمكن إزالتها، لتفريغها فى الحوض حسب الطلب. وفى حالة إنتاج البط مع السمك، تكون الحظائر عادة على حواف الحوض. ويزيد الأثر التسميدى للبط عند استراحته وتغذيته مباشرة على الحوض. لكن هذا النوع من الرعاية يتطلب مزيد من العمل. والأفضل إعطاء البط جزء فقط من الحوض (٢ – ٤ م٢ / بطة) لتحقيق تحويل غذائى أفضل. وينتشر الماء المسمد بإخراجات البط على الحوض كله بحركة الأمواج. وفى هذا الإنتاج المزدوج يخدم جسم الماء إنتاج السمك، بينما مسطح الماء يمكن من رعاية البط. ويزيد زرق البط من الإنتاج الأولى ومن نمو النباتات الراقية فى الأحواض، فيزيد الإمداد بالغذاء للسمك ويرتفع محصول السمك الناتج. كما أن زيادة النمو النباتى تعد ميزة للبط، ويتحصل البط على حوالى ٣ – ٤ ٪ من احتياجاته البروتينية من الحوض. وتعتبر المجر مثالا رياديا فى خلط إنتاج البط والسمك، إذ ترعى ٣٠٠ – ٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض فى الصيف، وهذا يزيد إنتاج المبروك من ١٤٠ إلى ١٧٥ كجم / هكتار. وفى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حيث يكون الإنتاج على مدار العام لارتفاع درجات الحرارة، وزيادة شدة الشمس، يمكن زيادة البط حتى ١٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض، فيزيد محصول السمك معنوياً ويتضاعف محصول البروتين الكلى الناتج من الحوض. ففى إفريقيا الوسطى وبخلط ١٠٠٠ – ١٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض مع إنتاج السمك فيبلغ محصول السمك ٣٨٠٠ – ٤٨٠٠ كجم بلطى وقراميط / هكتار / سنة.

ومثال آخر لخلط إنتاج الحيوانات المنزلية مع إنتاج السمك هو انتاج الخنازير وهذا الخلط منتشر وهام خاصة فى الصين . وكما هو فى إنتاج الدواجن / السمك، فتبنى كذلك الحظائر مباشرة على حوض السمك . وفى حالة الأحواض الصغيرة ، تغسل مخلفات الخنازير إلى ماء السمك . بينما فى الأحواض الكبيرة تهوى المخلفات قبل تفريغها إلى الحوض لضمان هدم بيولوجى سريع، ثم توزع المخلفات بعد ذلك على سطح الحوض بانتظام لتجنب زيادة التسميد الموضعية.

فى المناطق الحارة يمكن إضافة مخلفات اليوم (٣٠٠ - ٦٠٠ كجم) لحوالى ٤٠ - ٨٠ خنزير / هكتار من مسطح الحوض . وفى مزارع المبروك المسمدة بمخلفات الخنازير يزيد إنتاجها بمعدل ٢,٥ - ٣ كجم / ١٠٠ كجم مخلفات ، بينما فى المزارع المختلطة الأنواع تكون الزيادة بمعدل ٣,٥ - ٤ كجم. ومن إفريقيا الوسطى تم تسجيل محصول سمكى (بلطى وقراميط) ٧٧٠٠ كجم / هكتار فى السنة عند تسمين الخنازير (٥٠ - ١٠٠ حيوان / هكتار) مع الإنتاج السمكى .

مشاكل خلط إنتاج السمك بإنتاج الحيوانات المنزلية :

عند استخدام المخلفات فى تسميد الأحواض ، يجب أن يراعى تركيز الأوكسجين فى الماء ، حيث إن هدم المخلفات فى الأحواض هو الأساس لنمو الهوائم النباتية والبكتيريا ، وهى بالتالى أساس تطور الهوائم الحيوانية التى تعيش على الهوائم النباتية والبكتيريا . ويقوم الضوء كمصدر للطاقة للهوائم النباتية بمساعدة تمثيل المركبات غير العضوية وثانى أكسيد الكربون لإنتاج الأوكسجين الضرورى لحيوية الأسماك. وإذا كان معدل تخزين السمك منخفضاً وتم إضافة كثير من السماد فقد تنشأ خطورة من نمو الهوائم الحيوانية المتزايدة (المستهلكة للهوائم النباتية) مما يجعل إنتاج الأوكسجين بواسطة الهوائم النباتية غير كاف لمستهلكات الأوكسجين العديدة فى الحوض من بكتيريا وهوائم حيوانية وبروتوزوا وأسماك . فيصبح الحوض غير هوائى مما يتسبب فى نفوق الهوائم الحيوانية والأهم نفوق الأسماك الراقية ذاتها وباتزان قطيع الأسماك مع الآكلات بالترشيح filter feeders فإنه يمكن حفظ اتزان الإنتاج الأولى .

ومن أخطر مشاكل ازدواج إنتاج السمك والإنتاج الحيوانى هو المشاكل الصحية ، إذ تنتقل مسببات الأمراض البكتيرية مثل اشريشيا كولى Escherichia coli والاستربتوكوكس Streptococci والسالمونيلا Salmonella وغيرها ، والبروتوزا مثل الدوسنتاريا الأميبية amoebic dysentery ، والديدان وأساساً الديدان الكبدية flukes عن طريق المخلفات إلى الإنسان باستهلاكه الأسماك المصابة وغير جيدة الطهى فتشكل خطراً على الصحة العامة . لذلك وجب العناية الجيدة بتنظيف وغسيل وطهى أو تحمير السمك فى حالة الإنتاج المزدوج.

وقد تكون الحيوانات المنزلية كالخنزير والبقر والجاموس عائل لمسبب مرض البلهارسيا Schistosoma japonicum (Bilharziasis) لذلك فاستخدام المخلفات فى تسميد الأحواض فى المناطق الموبوءة بهذا المرض قد تكون خطراً على صحة الإنسان المرتبط بالزراعة السمكية .

ولا ينصح بأكل سمك نيىء أو نباتات غير مطهية من أحواض مسمدة بالمخلفات. وهناك تقرير من تايلاند عن زيادة العدوى الشديدة بديدان الكبد liver flukes (Fasciola hepatica) نتيجة استهلاك البلطى النيىء . فتصل بويضات الديدان الكبدية من مخلفات المجترات إلى أنظمة الرى لحقول الأرز وأحواض السمك ، وبعد جيلين فى نوع من القواقع Lymnae spp. تدخل إلى العائل النهائى أو عضو الإنسان عن طريق البلطى غير المطهى . ويتفاعل جسم الإنسان ضد بيض الديدان الكبدية بتفاعلات مناعية تسبب ألماً شديداً وتلفاً جسيماً للكبد.

وهناك إحتمال لمنع نقل الأمراض المعدية ومسببات الأمراض عن طريق تسميد أحواض السمك بأسمدة بلدية من الحيوانات المنزلية وذلك باستخدام هاضم الغاز البيولوجى Biogas digesters التى فيها تتحلل المخلفات بيولوجيا ، والماء المتخلف والطين ليس ضار ميكروبيولوجيا ، وتظل محتوية كل المغذيات اللازمة لتسميد الحوض . إضافة إلى أن هدم المركبات العضوية فى المخلفات ينتج ميثان يمكن الاستفادة منه فى الأغراض المنزلية . وأهم ما يواجه تطبيق ازواج الإنتاج السمكي والحيوانى هو مستوى الإقبال على السمك الناتج من مزارع مسمدة بلديا نتيجة تغيير طعم لحم السمك ، وقد يتغلب على ذلك بنقل السمك الحى إلى ماء نظيف لعدة أيام قبل بيعه.

اعتبارات يجب مراعاتها عند عمل الزراعات المائية :

١ – عند إنشاء مزارع سمكية جديدة يراعى عدم تغيير البيئة بل المحافظة عليها .

٢ – يمكن زيادة إنتاجية الأحواض الموجودة بالفعل بالتخزين المنتقى ، والتسميد والتغذية ، والإجراءات الفنية والتهوية وتغيير الماء وتحسين طرق الصيد وإعداده ونقله وعرضه.إذ تم تحسين الإنتاج السمكى لبحيرة مريوط بالإسكندرية بإدخال أساليب الاستزراع السمكى المعتادة بها من إنشاء أحواض للتحضين والتربية وكذلك استخدام التسميد العضوى وغير العضوى ، وأيضاً استخدام معدلات تخزين مناسبة مع تقديم الأغذية الإضافية . فقد أدت هذه الأساليب إلى تحسن موجب فى إنتاج الأسماك مع حماية البحيرة من التلوث مع حماية الأسماك المستزرعة من الافتراس من الأسماك المفترسة خاصة القراميط . ولنجاح عمليات الاستزراع لابد من تحضين اليرقات للوصول بها إلى حجم الأصبعيات قبل إلقائها فى أحواض التربية أو البحيرة لتقليل معدل الفاقد منها بالإفتراس . وبلغت إنتاجية الأسماك بهذا الأسلوب إلى ٢٤٢٦,٨ جم / هكتار بزيادة ١٦٩,٥ ٪ مقارنة بإنتاجية البحيرة .

كما أمكن استزراع قنوات مائية مهمة وغير مستغلة فى الاسكندرية بالأسماك والبط ، فقد خزنت بها إصبعيات البورى والطوبارة (بأنواعه حتى لا تتنافس فيما بينها على الغذاء) بمعدل ١٣٤٠٠ إصبعية / هكتار مع تربية البط الانجليزى (شيرى فالى) بمعدل ٢٣٨ بطة / هكتار / دورة قدرها ٤٥ يوما فبلغت إنتاجية السمك السنوى فى حجم التسويق (على مدار سته سنوات) ١,١ – ٤,٤ طن / هكتار وللبط ٣,٣ طن / هكتار .

٣ – خلط الزراعة المائية مع طرق الزراعة الأرضية خاصة فى الدول النامية لمحدودية الإمكانات (مساحات

ومياة وأموال) ، فيمكن ازدواج زراعة الماء (سواء فى موسم الفيضانات، أو فى أحواض تجميع وتخزين الماء الرى أو من العيون والآبار وغيرها) مع الزراعة النباتية فيمكن إنتاج كثير من النباتات المائية الهامة اقتصادياً كمصادر غذائية وكذلك إنتاج السمك معاً .

ومن هذه الخلطات الإنتاجية هى إنتاج كانج كونج Kangkong (اشراقة صباح الماء Tpomoea aquatica; water morning glory) مع المبروك والبلطى . وهذا الكانج كونج سريع النمو كنبات يفترش سطح الماء، وهو خضار شعبى لسكان جنوب شرق آسيا . وزراعة هذا النبات مع البلطى والمبروك على نفس مساحة الماء تدر دخلاً إضافياً للمزارع الصغير . وإذا أضيفت تغذية صناعية للأسماك كمخلفات مضارب الأرز والأسمدة الحقلية فيصل الإنتاج السنوى من السمك حوالى طن / هكتار. وإنتاج الكانج كونج يُدر عائداً منتظماً على مدار العام إذ يمكن جمعه كل ١٠ أيام ، بجانب حصاد السمك ٣ - ٥ مرات سنوياً فى غرب جاوا .

وبالقرب من مانيلا فى الفليبين هناك تعاونيات بين أصحاب الأحواض السمكية الصغيرة (٥٠ - ١٠٠ م٢) يقومون بزراعة نباتية (خضروات) على قمم الجسور وجوانب الجدران بينما فى الأحواض يزرعون البلطى والمبروك والقراميط . كما ينتشر الكانج كونج على سطح الماء ، ونزرع الجسور بشدة بالقلقاس Calocasia, esculenta; taro ، وعلى حواف الجسور تنتج الكاسافا Cassava والباميا Okra والبطاطا والطماطم والموز. ولزيادة كثافة الاستفادة من الأحواض ، تزرع التعاونيات مؤخراً كذلك القواقع المائية التى تؤكل مع البيرة فى الحفلات أو تباع لمحلات خاصة كغذاء شهى غالى السعر . وهذه الحدائق الصغيرة تمد العائلات باحتياجاتها من السمك والخضروات الطازجة يومياً ، بالإضافة إلى أنها تدر دخلاً إضافياً جانبياً .

واختلاط إنتاج الأرز والسمك أصبح شيئاً تقليدياً وتزيد أهميته باستمرار فى آسيا وأبسط طرقه هى ترك السمك البرى يدخل حقول الأرز مع ورود الماء حيث ينمو ويتم صيده بمصايد فى بداية حصاد الأرز ، وأهم أنواع هذه الأسماك هى القراميط، والبلطى حيث يمكنها المعيشة فى الماء منخفض المستوى وعالى الحرارة ، وقليل المحتوى الأوكسجينى . ورغم ضآلة إنتاج السمك بهذه الطريقة إلا أنهابالنسبة للعمال تعتبر محصولا جانبياً آخر للأرز.

وبناء مصارف فى حقول الأرز وبجوانبها ، واختيار أنواع السمك سريعة النمو، والتسميد الإضافى لمصارف السمك ، والإمداد بالغذاء ، كل ذلك يزيد كثيراً من محصول السمك . وأفضل أنواع السمك فى حقول الأرز فى آسيا وإفريقيا هى المبروك العادى ، ومختلف أنواع البلطى ، والقراميط . ويتباين إنتاج السمك من حقول الأرز من عدة مئات الكيلوجرامات إلى ما يزيد عن ألف كيلو / هكتار / سنة .

ولما كان الفدان يتطلب سنوياً مقننات مائية تقدر بحوالى ١٢ ألف م٣ ماء لذلك يفضل الاستزراع البحرى لعدم كفاية المياة العذبة ولترشيد استخدامها . كذلك خلط الزراعة السمكية مع الإنتاج الحيوانى والداجنى للاستفادة من مخلفاتها فى تغذية السمك وتسميد أحواضه.

احتياجات التدريب لمزارعي السمك :

يجب تدريب المتخصصين فى زراعة المياه طبقاً لأهداف البلد وجغرافيتها وثقافة المزارعين، سواء نظرياً أو عملياً . وقد يتطلب التدريب ٣ سنوات مثلا كما فى ألمانيا لاكتساب مهارات ومعلومات يتطلبها المزارع للسمك.

ويتضمن التدريب النظرى :

١ - معلومات عن الظروف الطبيعية الضرورية للصيد ، خاصة خواص المياه ذاتها وخواص مياة المنطقة :

أ - الخواص الطبيعية والكيماوية للمياه ، وكيفية إجراء اختبارات لعينة ماء.

ب - أشكال وأنواع مناطق المياه.

جـ - تأثير الطقس وظروف التربة على المياه.

د - حياة النباتات والحيوانات المائية .

هـ - أساسيات الصيد .

٢ - معلومات عن حماية المياه :

أ - أنواع تلف المياة وعواقبها .

ب - إجراءات ضد تلف المياه .

جـ - مراقبة المياه وحفظها نظيفة.

٣ - معلومات عن الكائنات المستخدمة فى صناعة الصيد ، خاصة تركيب الجسم ، وظائف حياتها ، سلوكها .

أ - التعرف على أنواع السمك الرئيسية وتسميتها .

ب - تركيب ووضع ووظائف أجزاء وأعضاء الجسم.

جـ - استهلاك العلف والنمو والتناسل وعلاقات البيئة.

د - أمراض وطفيليات السمك.

كما يجب إعطاء تفاصيل فى موضوعات رعاية وتربية السمك تتناول :

أ - طرق الرعاية والتربية للسمك .

ب - التعرف على الجنس من المظهر الخارجى فى أنواع الأسماك المختلفة .

جـ - فرز السمك .

د – أنواع الغذاء .

هـ – طرق التغذية وحفظ العلف .

و – حسابات التخزين والعلف (خاصة معدلات تحويل الغذاء).

ز – تشخيص ورقابة الأمراض .

ح – معرفة أعداء الأسماك .

ط – بناء مواقع لزراعة الأحواض ورعاية السمك .

ي – رعاية السمك المكثفة .

ك – العناية بالحوض وتسميده لزيادة المحصول.

ل – نقل وحفظ السمك الحي والبيض .

٤ – إدارة المياه ومقاييس الحماية :

أ – أقل حجم سمك .

ب – أقل عرض فتحات للشباك.

جـ – المواسم المغلقة والمناطق المحمية .

د – محددات الصيد.

هـ – قطعان السمك.

و – تخطيط واختيار طرق الصيد.

ز – اختيار وتجهيز معدات الصيد.

ح – تجهيز المراكب بالآلات.

ط – استخدام القوى البشرية والتجهيزات.

ي – تداول السمك عند الصيد وبعده.

٥ – تجهيز وتصنيع وتسويق السمك :

أ – قتل وتقشير وفرز وتدريج.

ب – تبريد وتجميد وتخزين .

جـ – تقطيع وحفظ خاصة طبخ وتمليح وتدخين.

د – تجفيف وتمليح .

هـ – أشكال وطرق التسويق.

و – تركيب السوق وقوانينه.

ز – مراقبة الجودة .

التدريب العملي :

٦ – تصنيع وإصلاح وصيانة أجهزة المصايد :

أ – صيانة وإصلاح وتثبيت عقد الشباك.

ب – بناء وتركيب وصيانة أجهزة الصيد،

جـ – استخدام أجهزة وأدوات الصيد.

٧ – العناية بالمراكب والماكينات والأجهزة وكيفية تداولها .

٨ – خبرة ومعلومات أساسية عن معاملة مواد العمل وإصلاحها .

تدريب في الاقتصاد الصناعي :

٩ – معلومات عن التركيب الوظيفى لمركز التدريب.

١٠ – معلومات أساسية عن مواضيع قانونية متخصصة مثل قوانين الصيد ، وقوانين المياه ، وقوانين حماية الحيوان ، وقوانين الأغذية .

١١ – معلومات إقتصادية واجتماعية : دور صناعة الصيد فى الاقتصادة العام ، الهيانات والمنظمات والمؤسسات المعنية بالصيد ، معلومات أساسية عن القانون الصناعى والتأمين ، تدريب وإمكانيات التدريب المتقدم فى صناعة الصيد .

١٢ – الأمن الصناعى ومنع الحوادث ، وكيف أن الإنتاج الصناعى المنظم للبيض يتم اليوم فى كثير من الأنواع بدون مشاكل عديدة (كما فى التراوت والسالمون والمبروك) ، فن حقن الهرمونات وخلاصة النخامية وكيفية استخلاصها، الإخصاب الصناعى ، العناية بالبيض حتى الفقس ورعاية البيض وتغذية الفقس، كل ذلك يجب أن يشمله التدريب كذلك .

الإجراءات الإدارية لإقامة مزرعة سمكية :

يشترط لإقامة مزرعة سمكية :

١ – ألا تقام على أرض زراعية أو قابلة للزراعة .

٢ – أن تبعد عن البواغيز (والفتحات الأخرى المتصلة بالبحيرة) فى دائرة نصف قطرها ٢ كم .

٣ – الانقام داخل البحيرات أو فى أى أعماق منها .

٤ – أن تبعد عن شاطئ البحر (فى الاستزراع البحرى) بمسافة لا تقل عن ١٠٠ م لدواعى الأمن .

٥ – ألا تعتمد على المياة العذبة فى تغذيتها.

٦ – أن تتجنب المناطق الأثرية والسياحية.

فإذا روعيت هذه الشروط يمكن التقدم لمنطقة الثروة السمكية بالمحافظة (المراد إقامة المزرعة بها) بطلب مدموغ يشمل البيانات الشخصية وموضحاً به إذا ما وجد شركاء (فيذكر بياناتهم الشخصية كذلك) وإذا ما وجد ضمن الشركاء قُصّر (فيثبت بيانات الوصى عليهم) ، ويرفق بالطلب ما يلى :

١ – صورة عقد التأسيس للشركة أو الجمعية التعاونية للاستزراع السمكى.

٢ – عدد ٤ خرائط مساحية للموقع بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ مبيناً عليها المساحة وموقع المزرعة ، مع تحديد مصدرى الرى والصرف .

٣ – شهادة من مديرية الزراعة المختصة تفيد بأن الأرض المطلوب إقامة المزرعة عليها هى أرض بور وغير صالحة للزراعة.

٤ – رسم كروكى للأعمال الخاصة بإنشاء الأحواض (كالبوابات وأماكن محطات الرفع والمخازن والإدارة والإعاشة للعاملين).

وبعد تقديم المستندات السابقة ستقوم لجنة لمعاينة المزرعة وإقرار صلاحيتها ، عندئذ يبقى موافقة وزارة الرى بالنسبة للمقننات المائية ، وبعد ذلك يصدر ترخيصها بالموافقة على إقامة المزرعة ، ويلزم سداد رسوم مقدرة عن كل فدان أو كسر فدان لمنطقة الثروة السمكية المختصة . وتقوم المنطقة بصرف بطاقة مزرعة سمكية تتيح فرصة صرف الأعلاف فى حالة تخصيص حصة ، وصرف زريعة العائلة البورية ، والمرور الدورى من قبل أخصائى الهيئة للإرشاد وحل المشاكل .

وفى حالة المزارع البحرية يستلزم الحصول على موافقة كل من هيئة حماية الشواطىء ومخابرات حرس الحدود . وفى حالة المزارع المكثفة يمكن الاعتماد على مياة الآبار بعد تحليلها بمعرفة أخصائى الهيئة، ومياة الآبار أفضل من مياة الصرف الملوثة . ولإقامة الأقفاص العائمة يراعى ترك مسافة لا تقل عن ١٠ أمتار بين كل مجموعتين اقفاص ، ويمكن وضع الأقفاص فى مجموعات على جانبى المجرى المائى على شكل (رجل غراب) إذا سمح بذلك اتساع المجرى المائى مع عدم اعتراض المجرى الملاحى، وتوضع الأقفاص فى هيئة مجموعات تشكل صفا واحداً أو صفين لسهولة الإدارة ، وضع الأقفاص فى أماكن يسهل الوصول إليها ، يتاكد من تثبيت الأقفاص جيداً بالشاطىء بواسطة هلب أو أكثر حسب عدد الأقفاص لعدم جرفها بتيار الماء ، ألا تقل المسافة بين نهاية الشباك وقاع المجرى المائى عن ٥٠ سم . عند مراعاة ذلك تقدم بطلبك المدموغ الشامل على بياناتك الشخصية إلى منطقة الثروة السمكية المختصة مرفقاً

به رسم كروكى لموقع وضع الأقفاص ، ويفضل كذلك إثبات حيازتك لمساحة أرض قريبة من المسطح المائى المراد وضع الاقفاص عليه . فتقوم لجنة فنية لتقرير مدى ملاءمة الموقع من حيث سرعة تيار الماء ودرجة تلوث الماء وعمق الماء ، ثم يصدر ترخيص بإقامة الأقفاص موضحاً به حجم الأقفاص وكمية الإصبعيات وما يصرح به من أعلاف ويلزم إبراز الترخيص لشرطة المسطحات المائية وأخصائى الهيئة وللحصول على بطاقة سمكية للتعامل بها عند صرف الإصبعيات والأعلاف ورعاية الأقفاص (بمقابل سنوى بعد العام الأول عن الإنشاء).

مصادر الحصول علي الزريعة :

زريعة الأنواع السمكية التى تفرخ صناعياً يمكن الحصول عليها من المفرخات السمكية بالعباسية وصان الحجر (بالشرقية) وفوه (كفر الشيخ) وضغط خالد (بحيرة) ،أما الأنواع التى لا تفرخ فتجمع زريعتها من مصادرها الطبيعية وهى محطات تجميع الزريعة بالمكس ومحطة مصرف غرب النوبارية (الاسكندرية) ومحطات تجميع جمصة (دقهلية) والجربى والطوال (دمياط) وكتشنر وزغلول (كفر الشيخ) ورشيد (بحيرة) والجميل (بورسعيد) وشندوره (السويس) . أى أن تقاوى (بذور) الزراعة السمكية Aquaculture Seeds من مصادرها الطبيعية أساساً قرب المصبات Estuarine بالنسبة لأنواع الماء المالح والآسن (الشروب) . فأكبر محصول لزريعة البورى خلال شهر يناير لازدهار الطحالب الدقيقة (غذاء البورى) وإن توافرت الزريعة تقريباً على مدار العام فيما عدا المدة من أبريل إلى يوليو حسب النوع وذلك لطول موسم وضع البيض (مايو – نوفمبر) . وزريعة سمك موسى تتوافر من أبريل إلى يوليو . كما يمكن الحصول على زريعة أنواع أسماك الماء العذب كالبلطى والمبروك والقراميط والفرخ من بعض محطات البحوث التجريبية التابعة لمعهد علوم البحار من خلال التربية الطبيعية والتكاثر الصناعى . وقد تم استزراع الجمبرى Penaeus kerathurus فى بحيرة قارون بنجاح . وتجمع بذرة الجمبرى من المياه قرب مصب النهر ومن البحر الأحمر ، وأقصى إنتاجها فى مايو .

ويجمع من المكس سنوياً ١٥ – ٢٠ مليون زريعة بورى ، بينما ينتج مفرخ العباسة ٤٥ مليون زريعة فى العام رغم أن تصميمه كان لإنتاج ٥ مليونا فقط (من المبروك العادى والفضى ومبروك الحشائش وكبير الرأس ، والبلطى النيلى والجليلى والأوريا) بينما مفرخ صان الحجر فطاقته الإنتاجية ٣٠ مليونا زريعة فى العام (من نفس الأنواع التى يفرخها مفرخ العباسة) ، وينتج مفرخ ضغط خالد (من نفس الأنواع) أيضاً ٣٠ مليون وحدة زريعة . وهذه المفرخات تابعة للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية . ويمكن الحصول منها على زريعة أسماك المبروك بوزن ١ جم فى دورتى تفريخ الربيع والخريف فى الشهور من مايو وحتى نوفمبر . وزريعة أسماك البلطى تجمع من المجارى المائية العذبة وشواطىء البحيرات.

نقل الزريعة :

نقل السمك الحى وخاصة السمك الخاص بالمناطق الحارة يعد مشكلة صعبة إذ تنفق مئات الآلاف من

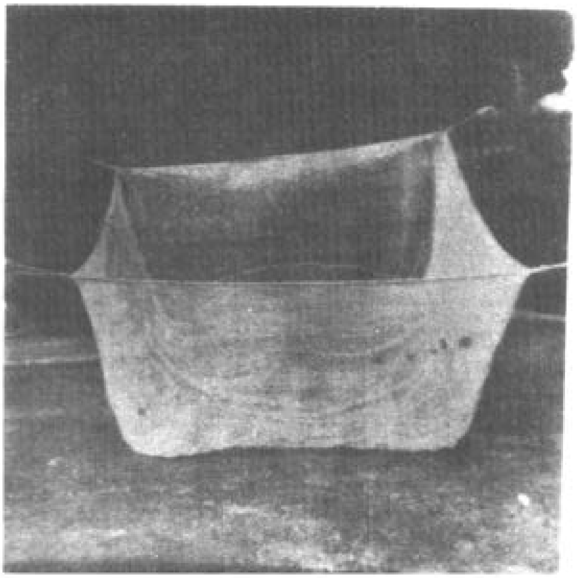
السمك فى أثناء النقل ويبلغ الفقد فى المتوسط ٣٥ - ٥٠٪ وذلك يرجع للنفوق المفاجىء بالنقل لتكوين تقرحات عميقة فى الجلد تغزوها الطفيليات وغالباً الفطريات . وترجع أسباب التقرحات هذه لوجود مواد فى الماء تعمل على تجمد وإزالة الغطاء الدعامى الطبيعى للجلد ذى الطبيعة المخاطية التى تؤدى للملمس اللزج للسمكجميعه.

كما قد يرجع نفوق السمك بالنقل للاختلاف بين ماء البيئة الطبيعية والماء المستخدم للنقل والحفظ ، إذ أن المجارى المائية والبحيرات الاستوائية لها طبيعة ترسيبية لاحتوائها على مواد سليلوزية تتكون من النباتات والطحالب وتهدم جزئياً بفعل البكتيريا أو الفطريات وبارتباط هذه المواد السليولوزية مع المواد الذائبة فى الماء تعمل على تنقية الماء كيميائيا ، إذ تعمل المواد السليولوزية المرتبطة كمواد مؤينة فى المياة الاستوائية .

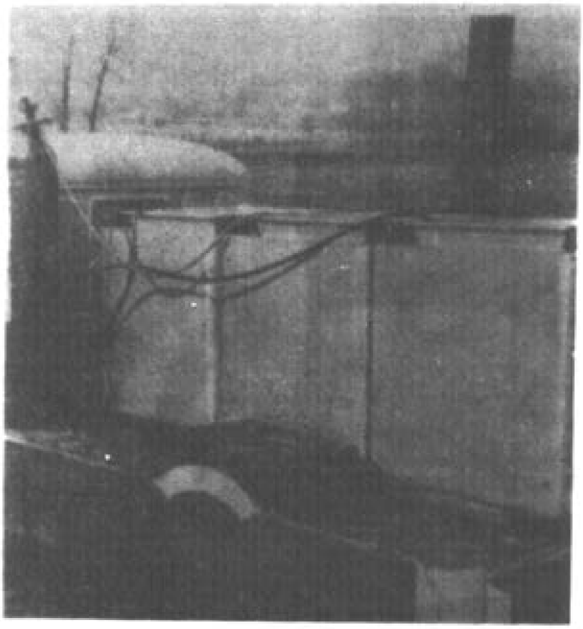
فنقل السمك من الظروف الطبيعية إلى الأوانى بمائها المتغير الخواص وعديم المواصفات التنظيمية كالماء الطبيعى بجانب زيادة ثانى أكسيد الكربون فى أوانى النقل لازدحامها بالسمك ، قد تؤدى إلى نوبان أيونات معدنية من الأجزاء المعدنية لأوانى النقل فى شكل كربونات ، وهذه الأيونات المعدنية تعمل بطريقة خاصة كمرسبات للسطوح المخاطية ، وأهم هذه المعادن المؤثرة بهذا التكنيك هى الألمونيوم والحديد والزنك والكوبلت والنحاس ، إلا أن الأنيونات الحامضية لها القدرة كذلك على تجلط مخاط الجلد ، فلذلك فإن الكبريتات والفوسفات وحمض السيليسيك لها أثر ضار . فوجود رمل الأحواض (سليكات ألمونيوم) يتحلل بفعل ثانى أكسيد الكربون الناتج من البكتيريا والسمك وبوجود كمية إضافية من كربونات الألمونيوم فى ماء الحوض يعمل على ترسيب سطح الجلد للسمك وتتعرض الأسماك للعدوى الفطرية وعدوى Ich صعبة الشفاء، كما أن إضافة المطهرات لأوانى النقل غير ممكن لاختلاف حساسية الأنواع المختلفة للسمك للمطهرات ، كما إن إعادة تغيير ماء الأوانى أو إعادة نقل السمك من الأوانى الملوثة لايمكن إجراؤه. هناك أوان خاصة لنقل السمك وحفظه حياً يضاف إليه مشتقات سليلوزية ذائبة فى الماء وغير سامة خاصة إثيرات السليلوز مثل ميثيل سليلوز أو صوديوم كربوكسى ميثيل سليلوز وغيرها بكميات لا تزيد عن ٥ جم / ١٠٠ لتر ماء.

أكياس بوليثين محقونة بالأوكسجين لنقل كميات صغيرة من الأسماك

تانكات ألومنيوم لنقل السمك



شبكة لتطبيقها داخل تانكات نقل معدنية



لورى مجهز بآنية أوكسجين وتانكات لنقل السمك

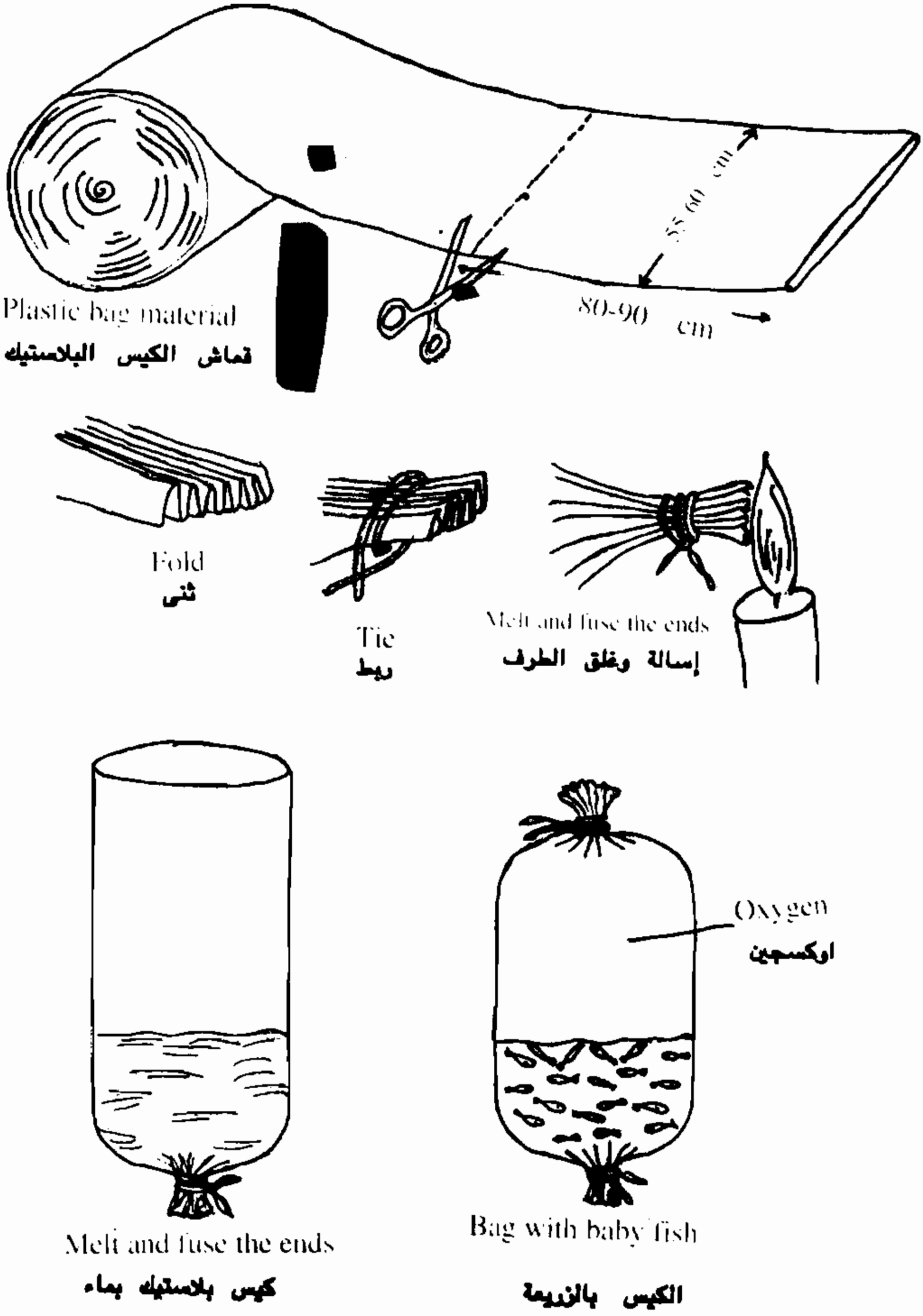
لورى مجهز خصيصاً لنقل السمك في تانكات مزودة بالأوكسجين أو الهواء المضغوط، والتانكات معزولة حرارياً .

نقل الزريعة من المفرخ السمكى لمركز البحوث الزراعية لبحيرة السد العالى.

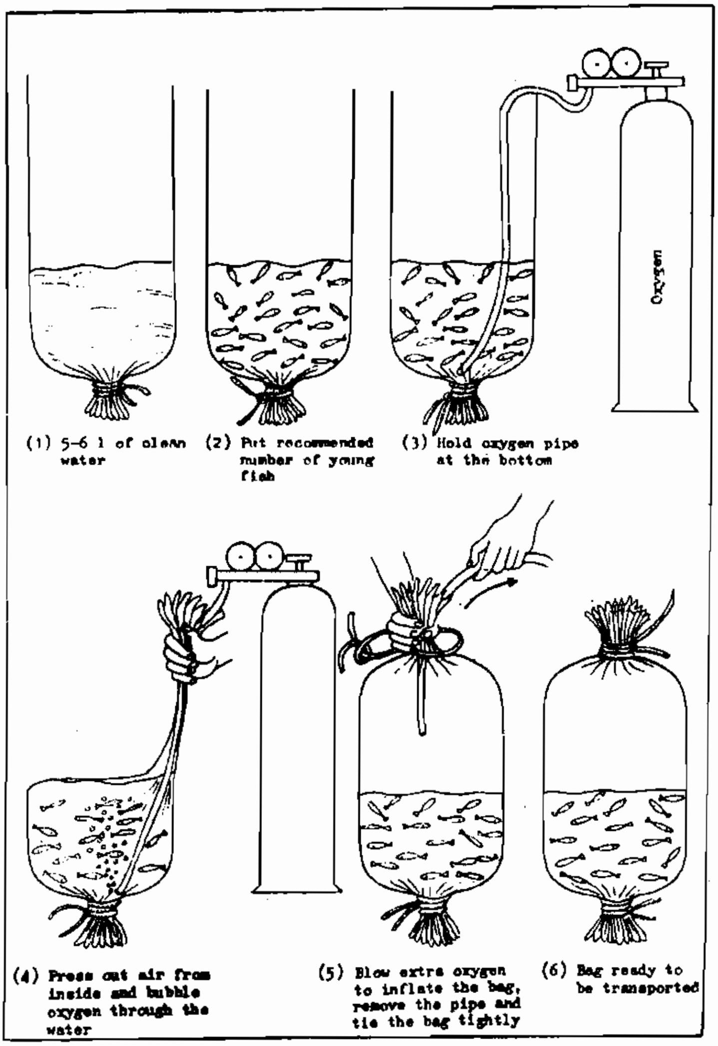
وجد أن ميتابوليزم السمك فى أثناء نقله فى أكياس بلاستيك مغلقة يكون حوالى ثلاثة أضعاف الميتابوليزم الطبيعى ، كما أن الأسماك الصغيرة تتأثر أكثر بضغوط النقل ، والأسماك الكبيرة تتطلب فترة صيام أطول قبل نقلها لتخفيض إخراجها للأمونيا.

إذ انتشر استخدام الأكياس البلاستيك فى نقل السمك فى جميع أنحاء العالم منذ أوائل الخمسينات، ونشأت مشاكل هذا الأسلوب فى النقل ومنها تغييرات درجة الحرارة ، استهلاك الأوكسجين الذائب، زيادة الحموضة وثانى أكسيد الكربون ، تراكم الفضلات النيتروجينية السامة .

لذلك استخدمت صناديق نقل معزولة ومزودة بأكياس ثلج إضافية ، وحل الأوكسين محل الهواء على ماء النقل. وللتغلب على ثانى أوكسيد الكربون والأمونيا فاستخدم التخدير ومنظمات P^H والمبادلات الأيونية والنترتة البكتيرية وإن كانت كلها غالية التكاليف وغير عملية.



عمل أكياس بلاستيك لنقل زريعة السمك



تعبئة زريعة السمك فى أكياس بلاستيك مع أوكسجين

١ – ٥ – ٦ لتر ماء نظيف.

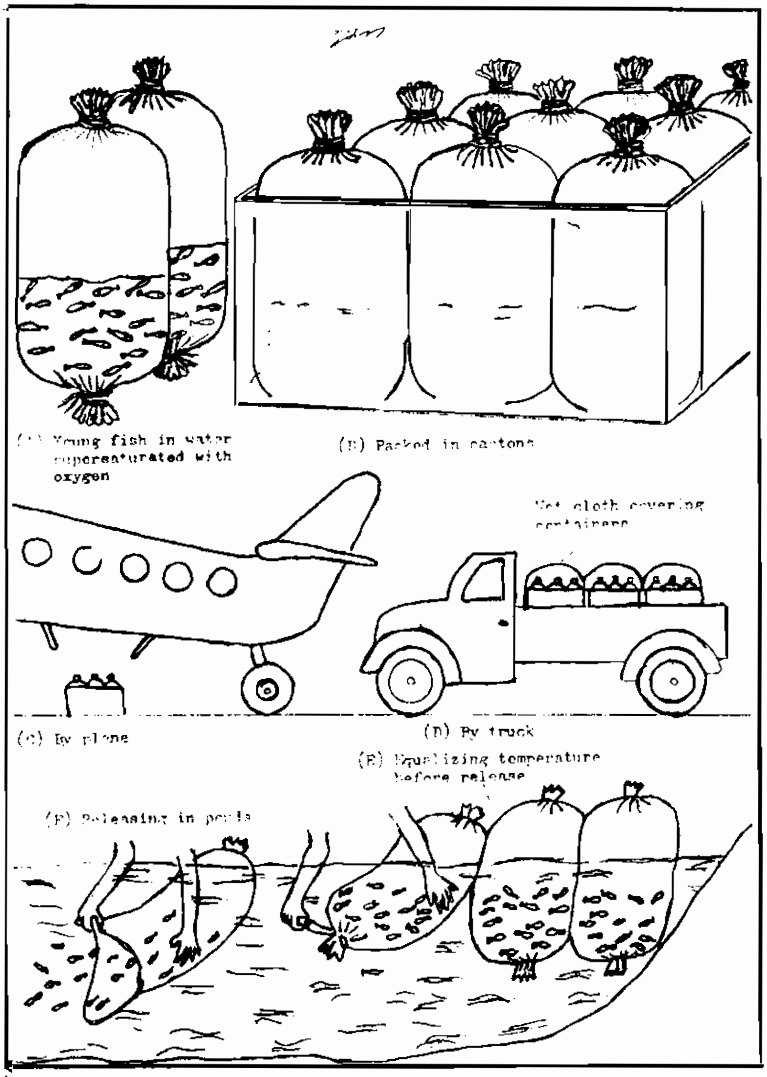
٢ – ضع العدد الموصى به من الزريعة.

٣ – ضع أنبوبة (خرطوم) الأوكسجين فى القاع .

٤ – خلص الكيس من الهواء بضغطه ثم اترك الأوكسجين يتدفق فى الماء.

٥ – ضخ زيادة من الأوكسجين ليتضخم الكيس واسحب الخرطوم واربط الكيس.

٦ – الكيس جاهز للنقل.



نقل زريعة الأسماك المعبأة فى أكياس بلاستيك

A– الزريعة فى ماء فوق المشبع بالأوكسجين .

B – تعبئة الأكياس فى كراتين .

C – نقل بالطائرة.

D– نقل بالسيارات.

E – معادلة درجات الحرارة قبل خروج الزريعة من الأكياس.

F – إطلاق الزريعة فى الحوض.

لا يمكن نقل البيض لمدة بعيدة لكن يمكن نقل اليرقات وزريعة السمك فى أكياس بلاستيك ٥ – ٨ آلاف يرقة أو سمكة صغيرة / كيس يحتوى ٥ – ٧ لتر ماء و ١٥ – ٢٠ لتر أوكسجين تحت ضغط وتنقل الإصبعيات عمر ٣ – ٤ أسابيع بمعدل ١٠ آلاف إصبعية / ١٠٠ لتر ماء مع وجود الأوكسجين كما سبق مع زريعة السمك.

السمك الكبير قد يجرح نفسه عند النقل فيجب تخديره وأقل طرق التخدير تكلفة هو استخدام الماء البارد (٥ – ١٠°م) كوسط للنقل او استخدام الكيماويات الخاصة بالتخدير مثل M.S 222 ٥ جم / ١٠٠ لتر ماء (١ : ٢٠٠٠٠) ١٥ – ٢٠ ق ثم يخفف المحلول للضعف (للأسماك القوية كالمبروك العادى وكبير الرأس) أو خمسة أضعاف (١ : ١٠٠٠٠٠) (للأسماك الحساسة كالمبروك الفضى).

شروط السمك المناسب للاستزراع :

الاستزراع السمكي يناسب عدد محدود من الأنواع ، وهذه الأنواع يجب أن يتوفر فيها :

١ – تحمل طقس المنطقة التى ستُزرعى فيها ، إذ لا يمكن استزراع أسماك المناطق الباردة فى مزارع المياة الدافئة والعكس.

٢ – معدل نموها يجب أن يكون عالياً ، لذلك لا تستزرع الأنواع الصغيرة التى لا يصل طولها ١٠ سم.

٣ – التناسل تحت ظروف الرعاية وعدم تطلبها ظروف خاصة للتناسل.

٤ – تقبل الغذاء الصناعى الرخيص للحصول على معدل إنتاج عالى يصل أو يفوق حتى ١٠ طن / هكتار / سنة .

٥ – أن تكون مرغوبة للمستهلك كغذاء طعماً وشكلاً .

٦ – أن تتحمل كثافة عالية للعشيرة فى الحوض أى تكون اجتماعية فى كافة الأعمار للحصول على عائد اقتصادى جيد.

٧ – مقاومة للمرض وتقبل التداول والنقل بدون صعوبات.

وهذا يستلزم اختيار الأسماك الأجنبية التى ستدخل منطقتنا حتى لا تضر بالأسماك المحلية سواء بالافتراس أو بنقل الأمراض الفطرية والطفيلية ، كما يجب أن تناسب ذوق المستهلك المصرى من حيث المذاق وأن تناسب ظروفنا البيئية حتى تنجح بسهولة وتتأقلم . وقد استزرعت أسماك البلطى والبورى والطوبار والمبروك وجارى استيراد البلطى من تايوان.

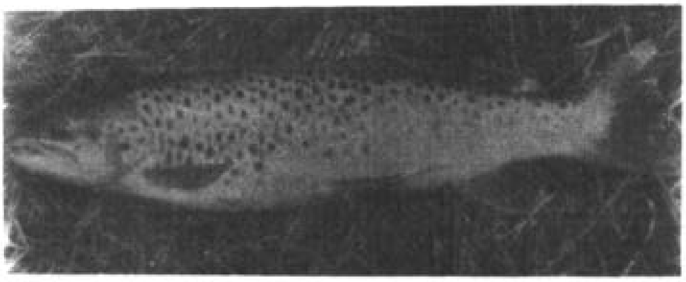
ونظراً لعدم الإلمام بتاريخ حياة معظم الأسماك ، فيقتصر الاستزراع أساساً على أنواع المبروك والبلطى والعائلة البورية وسمك اللبن والقرموط كأهم الأنواع فى الدول النامية.

ويبلغ إنتاج المبروك ١٠٠ كجم - ٤٠٠ طن / هكتار ، والبلطى ٥٠٠ كجم - ٦ طن / هكتار ، البورى وسمك اللبن فى المتوسط ٣٥٠ طن / هكتار / سنة . وفى المياة الباردة والمعتدلة تستزرع كذلك أسماك السالمون والتراوت .

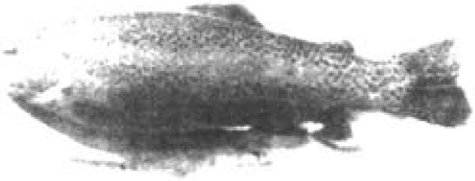
ويتوقف الإنتاج من المزارع ليس فقط على نوع السمك بل أيضاً على نظام الإنتاج فى المزرعة والمتوقف على نوع التغذية ، فالمبروك قد يبدأ إنتاجه من ٢٥ كجم / هكتار فى المزارع المنتشرة ويتحسن الإنتاج بالتغذية الإضافية حتى يصل ٤ الاف طن / هكتار فى مزارع الإنتاج فوق المكثف كما يوضحه الجدول التالى :

الإنتاج النسوى من المبروك العادى فى بلاد مختلفة (كجم / هكتار) :

البلد	طريقة الانتاج	المحصول
أوربا	مزارع منتشرة فى أحواض	٢٥ - ٤٠٠
	مزارع أحواض بتغذية	١٠٠ - ٤٠٠
	مزارع مكثفة فى أحواض	١٥٠٠
المانيا	أحواض صرف بدون غذاء	٥٠٠ - ٩٠٠
بولندا	أحواض صرف بدون غذاء	١٣٠٠
تشيكوسلوفاكيا	مزارع أسماك وبط فى أحواض	٥٠٠
يوغسلافيا	مزارع أحواض بدون غذاء	٧٨٠
	مزارع أحواض بتسميد طبيعى	١٥٠٠ - ٢٠٠٠
إسرائيل	مزارع مكثفة فى أحواض	١٥٠٠ - ٢٥٠٠
نيجيريا	مزارع مسمدة مع التغذية	٤٠٠ - ١٨٠٠
أندونيسيا	مزارع مكثفة فى أحواض	١٥٠٠
	مزارع أقفاص شبكية فى ماء صرف أنهار بدون تغذية	٥٠٠٠٠٠ - ٧٥٠٠٠٠
الفلبين	مزارع مكثفة فى أحواض	٥٥٠٠
	مزارع مكثفة فى أحواض مع تدفق الماء والتغذية	٨٠٠٠٠
اليابان	مزارع مكثفة مع تدفق الماء	٤٠٠٠٠٠ - ٢٠٠٠٠٠٠
	مزارع فى حقول أرز	يتوقف على سرعة تدفق الماء
	مزارع أقفاص شبكية	٧٠٠ - ١٢٠٠
	مزارع فى أحواض رى مع التغذية	٥٠٠٠
	مزارع بنظام مغلق لإعادة تدوير الماء	٤٠٠٠٠٠



تراوت بني



تراوت قوس قزح

إنتاج زريعة بعض الأنواع السمكية :

البلطي :

تنتخب آباء وأمهات ذات صفات وراثية ممتازة لرعايتها بداية من الطور اليرقي حتى طور التكاثر ، ويفضل أن تكون هذه الآباء (ذكور وإناث) من تفريخه الربيع لامتيازها بسرعة النمو ومقاومة الأمراض. ويعطي البلطي في مصر ٦ - ٧ مرات وضع بيض في الوجه القبلي وحوالي ٤ مرات في الوجه البحري، فالأنثى وزن ٦٠٠ جم تعطي حوالي ١٢٠٠ - ١٥٠٠ يرقة في كل مرة، أي حوالي ٧ - ٩ آلاف يرقة في العام ، وقمة التكاثر في الفترة من مارس إلى يونيو ويقل التكاثر في الصيف . فيوضع ٣ إناث / ذكر بمتوسط وزن ٦٠٠ - ١٠٠٠ جم بكثافة سمكة واحدة / م٢ في حوض تبويض مساحته ٥٠٠ -١٠٠٠م٢ على درجة حرارة ٢٦ -٢٨°م فبعد ١٢ - ١٤ يوماً يمكن جمع الزريعة وقت سطوع الشمس أو في وضح النهار أو ليلاً باستخدام إضاءة صناعية وذلك باستخدام شباك صيد الزريعة.

وصناعياً يمكن الحصول على الزريعة باختيار أمهار زنة ٣٠٠ جم وتوضع في حوض أسمنتي بمعدل ٣ - ٤ سمكات / م٢ بنسبة ٣ - ٥ إناث / ذكر وبعد ١٢ - ١٤ يوما تجمع الزريعة . أو بعد ٣ - ٤ أيام تنقل الأمهات إلى حوض صغير ملحق بالحوض الأسمنتي ليتم إخراج البيض المخصب والأجنة والأطوار المبكرة من فمها وتحت الغطاء الخيشومي على أن توضع في أوعية الفقس والتحضين ليتم نموها ، وبذلك تنشط الأمهات وتأكل وينشط مبيضها فيمكن تكرار عملية التفريخ ٢٠ - ٢٥ مرة بمعدل مرة / ١٠ - ١٢ يوماً .

المبــــــروك :

يمتاز بتكاثره طبيعياً فى الأسر لمعظم أنواعه إضافة إلى سهولة تكاثرة صناعياً بإدخالة فى طور تبويض بالحقن الهرمونى (سواء بالغدد النخامية او مستخلصها أو هرمونها) من نفس النوع السمكى أفضل أو على الأقل من نفس الجنس أو العائلة . وعندما تظهر الأعراض والعلامات الخارجية الدالة على النضج الجنسى يتم جمع البيض والسائل المنوى وخلطه بمحاليل الإخصاب وترسيب البروتين والغسيل فالتحضين الصناعى الذى يؤدى إلى فقس البيض المخصب فى خلال ٢٠ ساعة تقريباً . وعادة تستخدم الأمهات فى عمر ٤ – ٥ سنوات للتفريخ .

البـــــورى :

يتم تفريخه طبيعياً ويستزرع فى حوض البحر المتوسط وجنوب شرق آسيا وروسيا وتايوان اليابان ، سواء كان منفرداً أو مع أسماك الثعبان فى زراعة مكثفة بمحصول ٩ طن / هكتار . وفى مصر يستزرع بداية من عام ١٩٢١ فى بحيرة قارون . فتهاجر الأسماك من النهر إلى البحر فى جماعات للتكاثر فى شهور (أكتوبر – نوفمبر للبورى ، أكتوبر – ديسمبر للطوبار ، أغسطس – نوفمبر ومايو للجران) مختلفة حسب النوع ، وبعد الفقس تعود الزريعة فى الربيع إلى موطن آبائها فى النهر . ويوضع البيض شتاء فى الليل ويفقس خلال يومين . ويتغذى الفقس طبيعياً (بعد امتصاص كيس المح) على الهوائم النباتية (طحالب خضراء وخضراء مزرقة وكلوريلا ودياتومات) والحيوانية (يرقات أسماك وحشرات ونيماتودا وقشريات مثل الكوبيبودا والكلودوسيرا إضافة الى البروتوزوا والروتيفيرا).

والتفريخ الصناعى Artificial propagation للبورى بدأت تجاربه فى تايوان منذ عام ١٩٦٤ فى Sanwei ثم فى Tungkang كمواقع استراتيجة تمكن من الحصول على البورى الناضج حى بسهولة من الصيادين بتعاون مكتب المصايد ومعهد بحوث المصايد وجامعة تيوان الوطنية . وإستمر العمل فى انتخاب ونقل وحجز والمعاملة الهرمونية للآباء Spawners ثم فى رعاية اليرقات والإصبعيات.

ويتم جمع الأسماك الآباء The spawners من بين السمك المهاجر كل شتاء للشاطىء لوضع البيض ، فتختار وتوضع فى أكياس بلاستيك سوداء مليئة بماء الأوكسجين وتنقل إلى تانك المعمل ، ومعظم هذه الأسماك من عمر ٤ سنوات وطوله ٣٢ – ٥٠ سم وزن ١ – ٢,١ كجم. وتانك المعمل من الخرسانة بمقاييس ٥ × ٧ × ١,٥ م ، وفيه تفصل الذكور عن الإناث بشبكة نايلون ، ويغذى التانك باستمرار بماء بحر طازج مع تهويته.

ويتم حقن الأسماك بمستخلص نخامية بورى ناضج (ذكور أو إناث) ، وتحفظ النخامية فى اسيتون على ٥ °م ، أو قد يحدث التبويض باستخدام السناهورين Synahorin وهو خليط من جونادوتروبين المشيمة ومستخلص نخامية ثدييات. وأفضل النتائج تم الحصول عليها بحقن الإناث أول حقنة فى ظرف ساعة من نقلها إلى تانك المعمل يليها ثانى حقنة فى ظرف ٢٤ ساعة تالية ثم ثالث أو رابع حقنة إذا لم يكن هناك استجابة بعد ثانى أو ثالث حقنة . ويحدث التبويض غالباً بحقن ٢,٥ - ٦ غدة نخامية مع ١٠ - ٦٠ وحدة أرانب rabbit units من السيناهورين وصفر - ٣٠٠ مجم فيتامين هـ وذلك بالحقن فى العضلة الظهرية أما فى الذكور فلا تحتاج معاملة هرمونية إلا إذا كانت مصادة فى نهاية موسم الوضع ، فمعظم الذكور المصادة تكون تامة النضج ومستعدة لإنتاج سائلها المنوى milt بدون معاملة هرمونية .

والإناث الصحيحة تامة النمو تستجيب بسرعة للمعاملة الهرمونية فتمتد البطن كثيراً ويخرج البيض بسهولة من الفتحة التناسلية بالضغط الخفيف على البطن وأحياناً يخرج حتى دون ضغط . ولفحص حالة البيض ، يسحب بعضه بماصه من الفتحة التناسلية لفحصه تحت الميكروسكوب فإذا كان البيض شفافاً وتام الاستدارة وبه حبيبه زيتية واحدة فيكون جاهزاً للإخصاب. وتنتج الأنثى وزن ١,٥ كجم عادة ١ - ١,٥ مليون بيضه.

يجمع البيض فى حوض بلاستيك ، وبواسطة شخص آخر يجمع السائل المنوى من الذكور ويتركه ينساب على كتلة البيض . ويقوم شخص ثالث بخلط البيض بالسائل المنوى برفق بواسطة ريشة ثم يغسل البيض المخصب عدة مرات بماء لإزالة الدم والمواد الغريبة الأخرى ، ثم يوضع فى ماء فى تانكات بلاستيك مع التهوية للتفريخ . ويمكن استخدام الطريقة الجافة أو الرطبة للإخصاب الصناعى ، والفارق الوحيد بين الطريقتين هو أن الإخصاب يمكن حدوثه فى أى وقت خلال ساعة باستخدام الطريقة الجافة لكنه يجب حدوثه فى ظرف ٥ دقائق فى حالة الطريقة الرطبة.

والبيض المخصب يكون مستديراً وشفافاً وغير ملتصق وبه كريه زيتيه صفراء بقطر حوالى ٠,٣٨ مم . والبيضة قطرها ٠,٩٣ - ٠,٩٥ مم ويستمر البيض المخصب طافياً قرب سطح الماء تحت تهوية بسيطة وقد يستقر بعض البيض ببطء أسفل فى الماء الساكن، والبيض الميت يرسب فى القاع.

ويستخدم للتفريخ تانكات بلاستيك سعة ٠,٥ - ١,٠ طن وتانكات خرسانة ٥ × ٧ × ١,٥ م داخلية ، درجة الحرارة ٢٠ - ٢٤°م ويستمر تغيير المياة وتهويتها مع ارتفاع محتوى الأوكسجين الذائب وحركة بطيئة للمياه فبعد ١٦ - ٣٠ ساعة تحضين يتطور البيض إلى أجنة ذات صبغات سوداء ويفقس البيض فى ٢٤ - ٢٨ ساعة على حرارة ٢٣ - ٢٤,٥° م أو ٤٩ - ٥٤ ساعة على ٢٢,٥ - ٢٣,٧° م على ملوحة ٣٠,١ - ٣٣,٨ جزء فى الألف.

رعاية اليرقـــات :

هى اصعب جزء فى التفريخ الصناعى ، اليرقات حديثة الفقس تكون صغيرة جداً ٢,٥ - ٣,٥ مم

وشفافة ولها ثنية زعنفية كاملة وموزع على جسمها الداخلى حاملات ألوان سوداء وعيونها عديمة اللون مع عدم تمام تطور الفم والقناة الهضمية ، ضعيفة العوم ورأسها لأسفل وبطنها لأعلى ، لا تحب الضوء الشديد، وتعوم اليرقات الأكبر عمراً فى مجاميع . وأهم مشكلة هى توفير الغذاء المناسب ليرقات البورى ، إذ يتباين الغذاء بتطور اليرقات كالتالى :

الأيـام بعـد الفقس	نـوع الغـذاء
٣ – ١٣	بيض محار مخصب ويرقات trochophore
٥ – ١٨	rotifers من أحواض السمك للمياة الشروب
١٠ – ٤٠	copepods أنواع دقيقة أو مراحل يرقية تجمع من أحواض سمك المياة الشروب
١٦ – ٤٠	ارتيميا صغيرة فى الأول ثم البالغة فى النهاية
١٩ – ٤٤	صفار بيض مسلوق، رجيع ارز، دقيق قمح،...

وفى نفس الفترة يقدم أكثر من غذاء وعند إحلال نوع محل الآخر يكون تدريجياً . وفى نهاية اليوم الأربعين تكون اليرقات قد صارت إصبعيات بطول ١,٥ – ٢ سم فيمكن إخراجها إلى الأحواض الخارجية

ورغم نجاح إحداث التبويض للتفريخ الصناعى فى الإنتاج المكثف ، إلا أنه – عملياً – مازال يعتمد على الإصبعيات المصادة من المياة الطبيعية للإنتاج التجارى للبورى فى أحواض . وتجمع من أكتوبر إلى مارس، ورغم أنها نوع واحد لكنها تختلف حسب موعد جمعها إلى أربع طرز أولاها أى أبكرها جمعاً هى الأسرع نموا . ويتم تجميعها عند مصبات الأنهار . وتنقل إلى ماء عذب لمدة أسبوعين حتى تزيد حيويتها بعدها تخزن فى أحواض الرعاية فهى غير حساسة لتغييرات الملوحة لكنها حساسة جداً لتغيير درجة حرارة المياه فجائياً لذا لابد من الحرص ومراعاة تدرج التغيير فى المياه .

والبورى من آكلات الكائنات القاعية benthic feeder ذو قانصة لا تختلف عن قانصة الدجاج لطحن الفضلات التى تلقفها من القاع . فإذا كان القاع غنياً بالمادة العضوية فيزداد معدل تخزين البورى إلا إذا تواجدت أسماك آكلات كائنات قاعية أخرى مثل المبروك العادى ومبروك الطين وعادة يخزن البورى بمعدل ١ – ٢ الف / هكتار من المزارع المختلطة أو ٤ – ١٠ آلاف / هكتار من الأحواض وحيدة النوع.

سمك اللبن Milkfish (Chanos chanos) :

توزيعه :

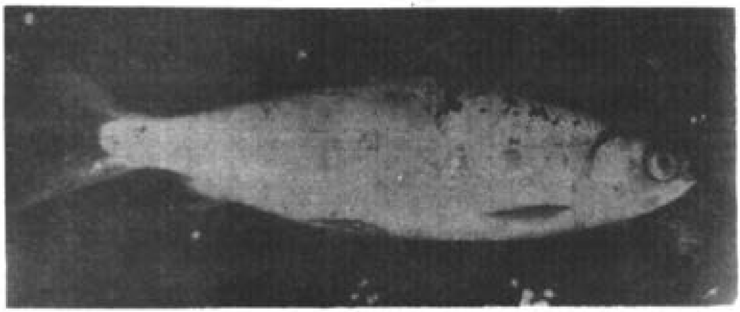
يوجد سمك اللبن كالبورى فى معظم الشواطىء الدافئة ، فيوجد فى البحر الأحمر والمحيط الهندى وشواطىء شرق إفريقيا واستراليا والمحيط الهادىء من اليابان إلى الشاطىء الغربى لأمريكا الشمالية والمكسيك .

خواصـــــه :

سمك اللبن من الأسماك الملائمة للزراعة المائية فى أحواض الماء الشروب أو العذب فهى تحتمل مدى واسع من الملوحة من صفر إلى ٣٢ جزء / ألف ، وهى سريعة النمو رغم احتياجاتها الغذائية المتوسطة ، ونوع لحمها جيد . ورغم ذلك فإنها لا تتكاثر صناعياً فى الحبس حتى بعد الحقن الهرمونى ، وعليه فالزريعة اللازمة للاستزراع (كما فى حالة البورى) يتم صيدها من الماء الشاطىء للبحار ومصبات الأنهار (وهذه المصادر الطبيعية لزريعة سمك اللبن قد تكون متوافرة على مدار تسعة شهور سنوياً) من أبريل إلى أغسطس فى الليالى التى يكون فيها القمر بدراً و هلالا . واستزرع سمك اللبن منذ قرون فى إندونيسيا وتايوان والفليبين . وتتغذى هذه على الطحالب والبروتوزوا والفتات detritus . ويزيد محصول السمك بإضافة المواد العضوية أو غير العضوية للأحواض ، فيصل الإنتاج السنوى فى تايوان حوالى ٢ طن / هكتار. ويزرع سمك اللبن فى مزارع وحيدة النوع monculture ، ونادرا فى مزارع مختلطة الأنواع polyculture مع البلطى الموزمبيقى والبورى وحتى مع الجمبرى .

ويصل وزن سمك اللبن فى عمر ٣ سنوات إلى حوالى ٣ كجم وإن كان يمكن بيعه عمر ٩ شهور ووزن حوالى ٥٠ جم. وإذا زرعت أعمار مختلفة فيمكن صيد الأسماك بالحجوم المطلوبة بالتحكم فى حجم فتحات شباك الخياشيم . ويمكن لمزارع سمك اللبن أن تمتد أساساً فى منطقة الهادى الهندى والشاطىء الشرقى لإفريقيا وفى المكسيك ، إذ يوجد امتدادات واسعة من الأراضى غير المستعملة والمياة الساحلية المناسبة لصيد زريعة أسماك اللبن.

ومن غير المعقول إنتاج سمك اللبن إذا لم يتوفر سوق لهذا الإنتاج ، فمثلا فى كينيا أوقف إنتاج سمك اللبن الناجح لعدم إقبال الشعب على شراء أنواع سمك غير معروفة . بينما فى تايوان وجاوا والفلبين هناك محدودية فى زراعة سمك اللبن لنقص الزريعة . كما أن نفوق الزريعة يزيد عن ٥٠ ٪ فيكون مكلفاً جداً إذا زرعت بمفردها . فينبغى تطوير سبل رعاية الزريعة لخفض الفقد ، كما يجب الوصول إلى تحديد الاحتياجات الغذائية فى المزرعة ، وكذلك التكاثر فى الأسر حتى يظهر دور سمك اللبن فى الزراعة المائية .



سمك اللبن

Milkfish

(Bandeng)

رأس الأفعي Snakehead :

يستزرع في تايوان عادة ، وله أعضاء تنفس إضافية لذلك يقاوم الجفاف الجزئي وانخفاض تركيز الأوكسجين الذائب. وهو من أكلات اللحوم فيتغذى على ديدان الأرض و tadpoles والجنبري والسمك وغيرها من الحيوانات المائية . ويبلغ في عامين ويبيض في الفترة من أبريل إلى سبتمبر على مدى حراري ٢٠ - ٣٠°م وتضع البيض ويخصب في الحال ويكون قطره ٢ مم ويطفو بين النباتات المائية حتى الفقس فتخرج يرقات ٣,٨ - ٤,٣ مم بنية اللون ويصل طولها بعد ذلك إلى ١٠ مم فتبدأ في التغذية على الهوائم الحيوانية وحتى هذه المرحلة تحرسها آباؤها من تحت العش ضد أعدائها من الثعابين والضفادع والأسماك .

ويستزرع منفرداً أو في مزارع مختلطة مع المبروك الصيني أو البلطي ويحصل على زريعته من المياه الطبيعية أو بالتكاثر الصناعي . وتجمع العشوش للبيض المخصب أو الفقس وتوضع في تانكات فقس أو حضانة والبيض المخصب لا يحتاج تهوية ويفقس على ٢٦° م بعد ٣٦ ساعة وعلى ٣٠° م بعد ٣٢ ساعة . وبعد الفقس بثلاثة أيام يمتص كيس المح وتنقل اليرقات إلى حوض الحضانة المسمد وقد يضاف إليه الروتيفيرا والدافنيا rotifers and daphnia المستزرعة في أحواض أخرى ، وبعد أسبوعين يكون لون اليرقات برتقالي وتغذى على ديدان tubifex مقطعة ثم بعد ٢٠ يوما على ديدان كاملة ثم فضلات أسماك مقطعة لمدة ٦ - ٧ أسابيع ويكون طولها ٤ - ٦ سم ، ولونها رمادى غامق فتنقل إلى أحواض الرعاية .

وللتفريخ الصناعي للأفراد في عمر عامين وزن حوالي ١ كجم فتضع الأنثى حوالى ١٠ آلاف بيضة لكل كيلو وزن حي ، تختار الأسماك وتحفظ ٢ - ٣ شهور في أحواض تفريخ brood ponds وتغذى على أسماك صغيرة حية أو tadpoles حية ، وفي مارس يمكن حقنها بالهرمون الذى تتوقف جرعته على درجة نضج السمك فتحقن السمكة وزن ١ كجم بنخامية واحد أو أكثر من المبروك العادى وزن ٢ - ٣ كجم مع ٢٠ وحدة أرانب من السيناهورين على جرعتين متساويتين بينهما ١٢ ساعة وتحقن الذكور مرة واحدة بمقدار نصف الجرعة المعطاة للإناث . وتوضع أنثى مع ذكر للتبويض والإخصاب في حوض عادى محجوز بشبكة نايلون لمساحة ٣ - ٤ م٢ ، وقد توضع ٥ - ٦ أزواج من السمك معا في حوض صغير ٧ - ١٠م٢ بدون حواجز ، وعمق الماء في الحوض ٦٠ - ١٠٠ سم ، مع تغطية سطح الحوض بشبكة نايلون لمنع قفز السمك

للخارج ، وقد تستخدم تانكات بلاستيك سعة ٠,٥ - ١,٠ طن لهذا الغرض كذلك ، ويتم التبويض والتلقيح ثاني يوم ، البيض المبيض يكون ميت ويجب إزالته والبيض السليم يكون لونه أصفر فاتحاً شفافاً كروياً عائما غير ملتصق بقطر حوالى ٢ مم . والإصبعيات طول ١٠ سم ، يصل وزنها ٦٠٠ - ١٠٠٠ جم فى ٩ - ١٠ شهور .

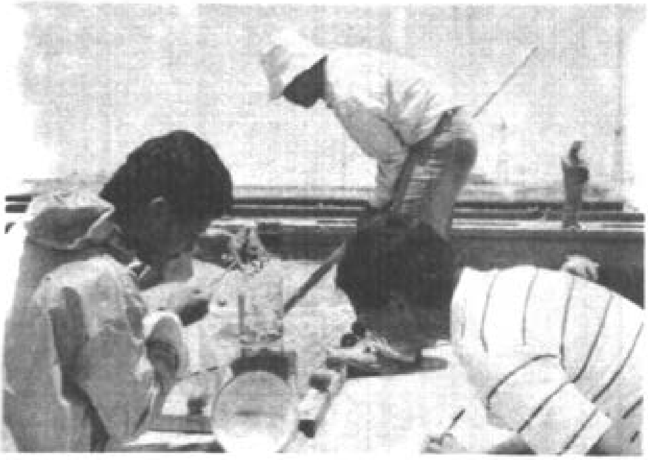
فــرز الزريعـــة :

عند استلام أو بيع الزريعة يجرى عدها لبيعها بالعدد ، وعند تخزينها يجرى فرزها لاستبعاد المريض والشاذ والنوع المخالف أو حتى يجرى تجنيسها أو فرزها لأحجامها المختلفة حتى يمكن تجنب أكل السمك لبعضه Cannibalism وحتى يتناول السمك الصغير غذاءه دون منافسة السمك الأكبر والأقوى وينبغي تدريج السمك الصغير أوتوماتيكياً بآلات التدريج بينما يدرج السمك الكبير على مناضد يدوياً أو الياً . ويؤخذ نصف كيلو ماء فى إناء ويسكب ببطء إلى إناء واسع صاج وفى أثناء السكب يعد الفقس وبالتالي يعرف تركيز الزريعة ، وهى طريقة تقريبية وليست دقيقة .

زريعة السمك

إصبعيات السمك قبل تخزينها في مياة بحيرة السد العالي يضخ اليها الأوكسجين في الماء.

عملية عد الزريعة قبل استزراعها (تخزينها) في الأقفاص السمكية ببحيرة السد العالي .



منضدة فرز أسماك مقسمة إلي ٣ أجزاء.

فرز السمك لأنواعه وإحجامه لعزل الأنواع غير المرغوبة

الفصل الثانى
الأحواض Ponds

متطلبات تخطيط وإنشاء حوض سمكى Ponds layout and construction :

١ - قطعة أرض :

وذلك لإنشاء البركة فيها ، ويجب ألا تكون التربة رملية أو مفككة أو غنية بالحصى فإذا أخذت قطعة من الطين من الطبقة السطحية وعصرتها بين يديك على شكل كرة وقذفتها فى الهواء والتقطتها وظلت متماسكة فالتربة جيدة ستحتفظ بالماء . وينبغى أن تكون الأرض منحدرة قليلاً بحيث يملؤها المطر وأن تكون فى موقع مشمس وقريبة من المنزل لمراقبتها وقريبة من مصدر ماء. احفر حفرة بعمق يصل إلى خصرك واختبر جودة قاع الحفرة بالطريقة سالفة الذكر فإن كانت تربة السطح والقاع جيدة فإن الموقع مناسب لإنشاء الحفرة بطول ضلع لا يقل عن ١٤م منها ١٠م للبركة و٢م لكل جانب. وقم بإزالة الأشجار والحشائش والأعشاب والجذور وسوّ قاع البركة أملساً واحفر بحيث يكون عمق الماء فى الجهة الضحلة حتى عمق الركبة وفي الجهة العميقة حتى الخصر ، وتشكل ضفاف البركة من الحفر المستخرج وبعرض ٢ م مع دكه على أن تكون ذات ميل معتدل وليست شديدة الانحدار حتى تكون أكثر متانة .أعدّ فتحة لملء البركة فى الجانب الضحل فوق مستوى الماء وفى الجانب العميق يجهز مخرجاً للمياه لعدم فيضان البركة، وتعمل فتحات المنفذ والمخرج من المواسير أوسيقان الخيزران الكبير . ازرع ضفاف البركة لتقويتهاومنع انجرافها بسبب المطر . ولمنع سرقة الاسماك توضع أغصان خيزران فى قاع البركة فيمنع صيد الأسماك بالشباك.

وتحتاج أحواض السمك إلى تربة فقيرة عما تتطلبه الزراعة النباتية ، وبالتالى فهى رخيصة الثمن ولا تصلح عادة للزراعة النباتية بل تتحسن بزراعة السمك لإعادة استخدامها نباتياً فتستخدم التربة الطينية والغدقة والحامضية والرملية وتعطى محصول عالياً من البروتين الحيوانى وعائداً نقدياً مماثلاً لما تعطيه الزراعة النباتية فى الأراضى الجيدة.

وتتلاشى أهمية طبيعة التربة فى أحواض الإنتاج المكثف الذى يعتمد على التغذية الصناعية ، بل يتطلب ذلك أرضاً صلبة متماسكة خالية من الطين المفكك لسهولة تنظيفها وغسيلها من مخلفات السمك ، وذلك إذا كان قاع الحوض غير أسمنتى ، وقد تسد قاع الأحواض الرملية بالتسميد العضوى (٥ طن / أكر) إضافة لفضلات السمك وأغذيته المستمرة (الاكر acre = ٤٠ آر are = ٤٠٠٠ م٢ = ٠,٤ هكتار). وينخفض إنتاج الحوض السمكى باستمرار استغلاله لنقص واستهلاك المغذيات من التربة كمصدر أساسى للنمو النباتى ومصدر غير مباشر لتغذية السمك.

ويشكل الطين الحقيقى True mud أساساً لجزيئات التربة ويحتوى على كمية كبيرة من المادة

العضوية الناتجة من تكسير المواد النباتية ، سواء كانت نباتات أو هوائم نباتية ، والتى تتساقط على قاع الأحواض الخصبة ، كما يحتوى على عدد كبير من البكتريا والكائنات التى تكسر المواد النباتية . ومعظم المادة العضوية المتحللة توجد كدوبال humus والذى يسلك كمركب عضوى عالى الوزن الجزيئى ويوصف بأنه مادة غروية colloidal تتراكم فى التربة نتيجة التحلل البكتيرى للمنتجات النباتية والحيوانية ، وقد تكون هذه الغرويات (الدوبال) فى صورة مخاليط حامضية فى التربة الحامضية أو فى صورة ملح كالسيومى لمعقد أحماض ضعيفة فى الأراضى المتعادلة أو القلوية الضعيفة المحتوية على الجير . وتحتوى حماض الدوباليك humic acids على الأزوت فى صورة تشبه البروتين بنسبة حوالى ٣٢ ٪ مع ٦٨ ٪ معقد مختلف لا يحتوى النيتروجين . ولفعل الدوبال كحمض ضعيف فيمكنه إمساك جزيئات من المغذيات كالكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم تفوق قدرة الطفل ٣ - ٧ مرات . وبإذابة الدوبال فى الماء يرتبط بكل من القواعد والأحماض لتعطى روابط عضوية ضعيفة امفوتيرية amphoteric .

فطين الأحواض غنى بالمحتوى الغروى (ربما لوجود الدوبال) وعالى القدرة على الامتصاص ٤,٩ مرة قدر التربة الزراعة أو ١٥٠,٦ مرة قدر الرمل . ويحتوى نيتروجين ٢,٨ مرة قدر التربة الزراعية أو ٢٤,٧ مرة قدر ما فى الرمل ، ولارتفاع قدرته على الامتصاص فعند إضافة البوتاسيوم أو الفوسفور للحوض بعد أسابيع معدودة تتواجد أكثر من نصف كمياتها فى الطبقة السطحية من طين الحوض والقليل كان حرا فى الماء.

ويرجع اللون الأسود للطين المبتل إلى تكوين الأمونيا من النشاط البكتيرى على المادة العضوية ، والأمونيا مادة مختزلة وكل المواد الأخرى كذلك فى حالة مختزلة فالكبريتات تختزل إلى كبريتيد والمواد الأزوتية مختزلة إلى أمونيا والحديد فى صورة حديدوز وبعض المواد العضوية تختزل إلى ميثان ، ولوجود الأمونيا تصير التربة قلوية ولوجود الحديدوز يكون لون التربة أسود وعند جفاف التربة مثلما يحدث عن تصفية الحوض لحصاد السمك ودخول الأوكسجين تتأكسد الطبقة السطحية لطين الحوض ويتحول الحديدوز إلى حديديك والكبريتيد إلى كبريتات والأمونيا إلى نيتريت ، فلاختفاء الأمونيا وظهور الحامض تصبح هذه الطبقة حامضية ، وبسبب مركبات الحديديك يتحول لون السطح لطين الحوض إلى الأصفر أو البنى (بدلا من الأسود) وأساساً هيدروكسيد الحديديك الغروى والذى يكون شديد الامتصاص للأمونيا والكالسيوم والمنجنيز والفوسفات والسليكات .

وبخروج الأوكسجين (فى أثناء التنفس الليلى أو لنقص حركة المياه أو بعمق الحوض وترقيد المياه) من الطبقة المؤكسدة تنساب الأيونات الممتصة إلى الماء (إذ ليس للحديدوز قدرة على الاحتفاظ بالأيونات الممتصة) ومن ثم إلى النباتات والأسماك كما أنه فى الوسط القاعدى يسهل غسيل الفوسفات من هيدروكسيد الحديديك . فانعدام الأوكسجين (وغنى التربة بالكبريت) تكون سامة على السمك لزيادة سُمك طبقة الطين المختزلة ووصولها إلى السطح بنقص الأوكسجين ، والكبريت يؤدى إلى حموضة التربة والماء بانتاج حمض الكبريتيك .

وبينما تأخذ الأكسدة دورها فى سطح التربة ، فإن الاختزال يتواجد فى الطبقات الأدنى ، أى هناك عمليات أكسدة واختزال فى التربة المغمورة فى آن واحد أو تغيير من حالة الأكسدة إلى الإختزال حسب الحموضة ووفرة الأوكسجين فى المياه ، فعند فرق جهد ٣٢٠ - ٣٥٠ مليفولت يحدث التغيير من الأكسدة للاختزال فى التربة المغمورة فى المياه ، وعلى فرق جهد أقل من ذلك تحدث حالة الاختزال (فطبقة الاختزال فى حقل الأرز لهافرق جهد حوالى ١٠٠ مليفولت) وعلى فرق جهد أعلى من ذلك تحدث ظروف الأكسدة (الطبقة المؤكسدة لها فرق جهد حوالى ٤٠٠ مليفولت) ، وعلى pH وحوالى ٨ ٪ تشبع بالأوكسجين كما يحدث عادة فى الجزء السفلى من الطبقة المؤكسدة يكون فرق الجهد حوالى ٣٥٠ مليفولت بين الطبقة المؤكسدة والطبقة المختزلة وهى ظروف حرجة.

والاختلاف فى فرق الجهد ينتج من الشحنات الكهربية لجزيئات الإلكتروليتات فى التربة وهى المسؤلة كذلك عن ربط أو انسياب أيونات المغذيات الموجودة أصلاً فى التربة وكذلك المضافة كأسمدة .

وإذا كانت الفوسفات والبوتاسيوم تحتفظ بها التربة فإن الأمر يختلف بالنسبة للنيتروجين ، ففى الطبقة المؤكسدة العليا تتأكسد الأمونيا إلى نترات ونيتريت حيث لا تمتص النترات والنيتريت على غرويات التربة فقد تنتشر جزئياً إلى الطبقة المختزلة السفلى من التربة وتهاجمها بكتريا تحلل النيتريت denitrifying وتختزلها إلى أكسيد النيتروز ونيتروجين حر يتسرب إلى الماء كفقاعات ثم تهرب للجو ، أى أن جزءاً من الأسمدة النيتروجينية يتكسر ويفقد دون أن تستفيد منه النباتات الخضراء، ومن ثم يستمر الاحتياج للأسمدة الأزوتية التى تتطلبها الأحواض السمكية باستمرار.

فطين الحوض يتم وصفه بالمعمل الكيماوى للحوض ويخصه جزء هام من إدارة الحوض لبقاء الطين خصب باستمار . لذلك فتجارب التانكات الزجاج أو الأحواض الأسمنتية مع الأسمدة تختلف نتائجها عند تطبيقها عملياً لأن عمليات امتصاص وتحرير المغذيات من الطين تعوز هذه التجارب.

والطبقة العليا من أرض الحوض ينبغى أن تكون ذت مواصفات الطين الغروى لتكون منطقة منتجة حقيقة ، إذ تنمى الطحالب الخضراء المزرقة التى تتغذى عليها بعض الأسماك . وعلى عمق ٢,٥ سم من سطح الحوض يوجد كبريتيد هيدروجين (لندرة الأوكسين) قد يقتل الأسماك خاصة فى الأحواض الضحلة (أحواض الحضانة). وقاع الحوض هام للتغذية الطبيعية للأسماك خاصة للأنواع التى لا تعتمد كلية على الغذاء الصناعى كالمبروك والبلطى.

فترة تجفيف الحوض سنوياً و كل ٢ - ٣ سنوات بصرف الماء وحصاد السمك وتعريض قاع الحوض إلى أشعة الشمس والهواء تساعد على حفظ خصوبة الحوض وقتل الحشرات والطفيليات والبكتريا المرضية، وفى أثناءها يتم صيانة مرافق الحوض من ضفاف وقنوات صرف وأهوسة sluices والتى يصعب إجراؤها فى وجود المياة فى الحوض . ومما يساعد على الخصوبة كذلك أن قاع الحوض تتراكم عليه بقايا المادة العضوية النباتية والحيواتية التى لا ينبغى اكتمال هدمها وإلا أدت إلى نقص الأوكسجين لاستهلاكه فى

هدمها ، وتنشأ ظروف غير هوائيه فى قاع الحوض وتصير ظروف التربة والماء حامضية ونقص الأوكسجين والحموضة كلاهما ضار لنمو الكائنات ، ويتعرض الحوض للتجفيف وزيادة الأوكسجين يتم تاكسد (معدنه mineralization) هذه المادة العضوية ويتحرر منها المغذيات التى تساعد على نمو الطحالب . وبالتجفيف تنمو النباتات على القاع وتعمل كوسط لنمو الحشرات التى تستخدم كغذاء لبعض الأسماك .

وفى أثناء التجفيف قد تحرث أرضية القاع إذا كانت التربة الخصبة عميقة . وقد يزرع الحوض بمحصول نباتى فى أثناء تجفيفه، مما يزيد من إنتاج السمك بعد ذلك من نفس الحوض نتيجة جفاف وتهوية التربة بنمو جذور المحصول النباتى. ويعد المحصول النباتى مصدر دخل إضافى (كالنجيليات كأعلاف خضراء للماشية والبطاطس والشعير) وقد يحرث فى التربة كسماد أخضر (براسيم وغيرها من البقوليات).

فالحوض السمكي يجب أن يكون محكماً لا يرشح الماء من قاعدته أو جسوره أبو بوابته ، وأن يكون سهل التشغيل فيسهل ملؤه وصرفه . وتقام الأحواض فى الأراضى البور وحول شواطىء البحيرات وفى البرك والمستنقعات (خاصة ذات مستوى الماء الأرضى المنخفض حتى يسهل تجفيفها وقت اللزوم). ويجب أن تكون الأحواض سهلة الوصول إليها أى قريبة من المدن أو القرى ليسهل توفير الأسمدة والعلائق والتسويق والخدمات المختلفة.

٢ - مصدر المياه :

يحصل عليه من أى مصدر متوفر ، سوء مياه آبار أو خلافه على أن تمنع دخول الأنواع السمكية غير المرغوب فيها من الدخول إلى البركة بوضع مانع على فتحة منفذ الماء ، وكذلك تمنع الأسماك من الخروج من البركة بوضع مانع على المخرج والمانع قد يكون شبكة أو مصيدة أو أى شىء مثقب سواء كان معدنياً أو فخارياً أو خيزراناً مشقوقاً ومُضفراً . ثم تملأ الحفرة بالماء . ويجب ن يكون مصدر الماء دائماً وكافياً وصالحاً سواء من ماء المصارف الرئيسية (الفرعية غالباً لا تصلح مياهها للمزارع السمكية) أو الآبار والعيون أو المطر أو ماء البحيرات . ولابد من الحصول على تصريح كتابى من وزارة الرى .

ويتم حساب احتياجات المزرعة السمكية من الماء كالتالى :

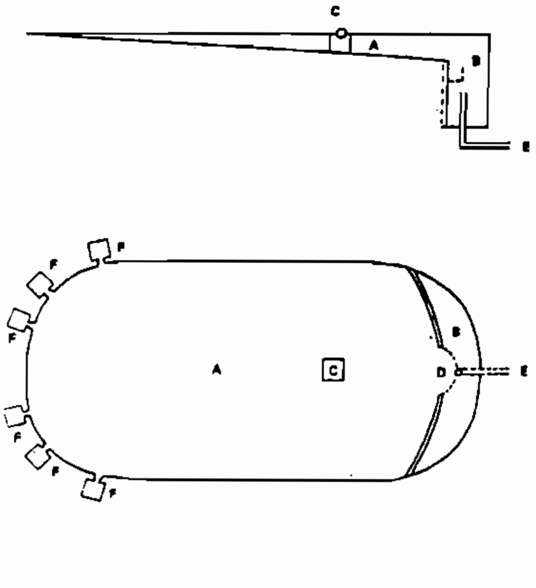
(بضرب مساحة الأحواض × عمق المياة) + (نسبة الفقد اليومى × مدة التربية) . على افتراض نسبة الفقد اليومى ٢ - ١٠ سم٣ / م٢.

وإعادة استخدام ماء الأحواض السمكية (بتجديد ٢ ٪ من حجم الماء يومياً يسمى نظام إعادة دوران مغلق closed recirculting system ، أو بتجديد ١٠ ٪ من حجم الماء يومياً ويسمى نظام إعادة دوران نصف مغلق semi closed) يعد مشكلة لانخفاض قيم pH والتى يمكن منعها بإضافة منظم غير عضوى كإضافة هيدروكسيد الكالسيوم أو بيكربونات الصوديوم. ولما كانت أيونات الهيدروكسيل (المتحررة عند اختزال النترات) تتفاعل مع أيونات الهيدروجين (الناتجة من عملية النترتة) فإن قيم pH تظل فى حدود

التعادل ، ولما كانت العملية تدخل فيها بكتيريا اختزال النترات الغذائية والتى تتطلب مصدر كربونى للتغذية عليه ، فإن نجاح حفظ تعادل رقم pH يمكن بلوغه بإضافة الميثانول كمصدر كربونى فى حدود التركيزات غير السامة لبكتريا النترتة . كما استخدمت نشا الذرة كمصدر كربون أولى فى عليقة السمك ، أو أضيفت نشا الذرة المتحللة فى تانكات لتحفظ نسبة الكربون / نيتروجين كمصادر غذائية عضوية للبكتيريا كنسبة ١,٦ / ١.

٣ - بناء الحوض :

تختلف مساحة الحوض وطريقة بنائه حسب الإمكانات المتاحة ، فقد يكون لخدمة أسرة أو قرية بتوفير غذائها ، وقد يكون مشروعاً اقتصادياً للإنتاج والتسويق ، وقد يكون حلقة إنتاج متكاملة بداية من إنتاج الزريعة ورعايتها وتسمين الإصبعيات لحجم التسويق مع وجود أحواض خاصة لكل طور ومرحلة علاوة على أحواض الآباء (ذكوراً وإناثاً) وأحواض التبويض وغيرها . وقد سبق وصف بناء بركة صغيرة فى البند الأول من هذا الموضوع ، ولبناء مزرعة اقتصادية تتباين أيضاً مساحتها كثيرا لكن يفضل ألا تقل عن خمسة أفدنة ولاتزيد عن الخمسين إذا كانت سيرعاها فرداً واحداً . وحوض التربية يفضل ألا يقل عن فدانين ولا يزيد عن عشرة ، بينما حوض الحضانة تتراوح مساحته بين ربع إلى فدان ، ويفضل تعدد الأحواض فى المزرعة لتجنب المخاطر وسهولة الإدارة. والأحواض المستطيلة أسهل فى إنشائها وتشغيلها ويكون طولها ٢ - ٢,٥ مرة قدر عرضها، على أن يكون محورها الطويل ممتداً من الشرق إلى الغرب، تفادياً لنحر الجسور بفعل الرياح وإحداثها امواجا فى الماء. وأحد اقتراحات أشكال أحواض الإنتاج لمزرعة تجارية يكون على النحو التالى :



حيث إن :

A = المساحة الإنتاجية بعمق ٥٠ سم.

B = خزان ليلى بعمق ٢ م.

C = مستوى ثابت لتدفق الماء.

D = مصيدة سلة .

E = ماسورة صرف

F = احواض تربية وحضانة.

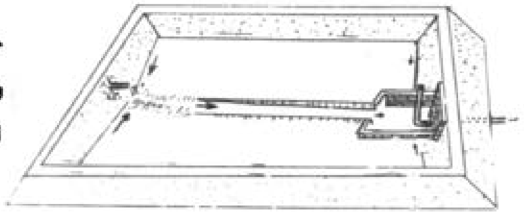
ولإنشاء حوض مساحته المائية خمسة أفدنة (٢١٠٠٠ م٢) طوله من الداخل ٢١٠ م وعرضه ١٠٠ م، وعمقه في المنتصف ١٨٥سم، وارتفاع جسوره عند نقطة البداية ١٦٥ سم، وعرض قمة الجسر الرئيسى ٤,٥ م وعرض قاعدته ١٤,٥ م ، وعرض قمة الجسر الفرعى ٣ م وعرض قاعدته ١٣م ، فيكون ارتفاع الماء في الحوض ١,٢٥ م مما يسمح بتربية مختلطة للبورى مع المبروك مع البلطى مثلاً.

وتجرى الأعمال المساحية لموقع الحوض بتحديد مكان قناة الرى فى منتصف المزرعة ومكان المصرف الداير حول المزرعة ومكان الجسور وأركان الأحواض وذلك باستخدام الأوتاد وتحديد منسوب البداية بعلامة ثابتة . والقناة الواحدة للرى تقلل فقد الماء ، والمصرف الداير يحمى المزرعة من التعديات والتلوث . ولتكوين الجسور تحدد عرض قواعدها وعرض القمة والارتفاع ثم يستخدم بلدوزر فى كشط التربة ونقلة إلى موقع الجسر على أن تتكون جسور كل حوض من ناتج حفر نفس الحوض ، والجسور الفاصلة بين الأحواض تتكون من أتربة الحوضين المتجاورين بالتساوى . عقب كل ارتفاع للجسر بمقدار ٢٠ سم يدك بالبلدوزر بالمرور عليه عدة مرات مع الرش بالماء لإحكام الدك . ويلزم كشط ١٥ سم فقط من جميع أرضيات الحوض لتكوين جسور خمسة أفدنة إضافة إلى كمية مساوية ناتجة من تدريج الحوض . الميل البسيط لجوانب الجسر يكفل عدم نحره بفعل الأمواج ، فالميل المناسب للجسر ٣ م أفقى لكل ١م رأسى . ويرفع الجسر بمقدار ٢٠ سم عن الارتفاع المقرر لتعويض الهبوط مستقبلاً . والجسر الرئيسى ينشأ من ناتج حفر المصرف الداير. وقد يجرى تدبيش للجسور لتقويتها وتدعيمها .

ويمهد قاع الحوض بتدريج ميله لضمان تمام صرفه وتجفيفه بسرعة ، فيعمل ميل من الجانبين الطوليين إلى الوسط بانحدر ٣ سم كل ١٠ م وبذلك يكون منتصف القاع بطول الحوض أعمق ١٥ سم عن الجوانب للحوض سعة خمسة أفدنة (١٠٠ × ٢١٠ م) فتنشأ قناة وسطية بعرض ٢ م وعمق يتدرج من صفر وبنفس الميل (٣ سم /١٠ م) فى اتجاه فتحة الصرف ليصل إلى عمق ٥٠ سم أسفل القاع، وتنتهى قناة الصرف بحوض صيد ينشأ بتوسيع ١٠ م الأخيرة من طول قناة الصرف لتصير بعرض ٤ م وتعميقها ٥٠ سم إضافية ويبطن قاع حوض الصيد (بفرشة خرسانية سمكها ٢٠ سم) وبناء جوانبه بالطوب الأحمر بسمك ٢٥ سم (على طوبة) وارتفاع ٨٠ سم مع ترك فتحة أمام قناة الصرف لدخول الماء من الحوض وتنحدر مياه حوض الصيد إلى المصرف من ماسورة بوابة الصرف.

تعمل فتحة رى أعلى من سطح الماء عند ملء الحوض بتركيب ماسورة تحت الجسر من المروى إلى الحوض ويركب عليها محبس على أن تكون الماسورة على فرشة خرسانية تدعم أسفل المحبس. كما تعمل فتحة للصرف سواء فى شكل بوابة مبانى ذات أكتاف للأحواض الكبيرة أو باستخدام كوع مواسير(مع استخدام ماسورتين متجاوتين للإسراع فى الصرف عند اللزوم) فعند إمالة الماسورة يصرف الحوض وعند اعتدالها يتوقف الصرف . ولقد أصبح هويس الصرف (المخرج) outlet sluice ذو بناء مقنن ويطلق عيه مصفى monk وقد يبنى أكثر من هويس حسب حجم الحوض. وتوضع شباك على فتحتى الرى والصرف لعدم هروب السمك أو دخول أسماك غريبة إلى الحوض.

أحواض جيدة الإنشاء.

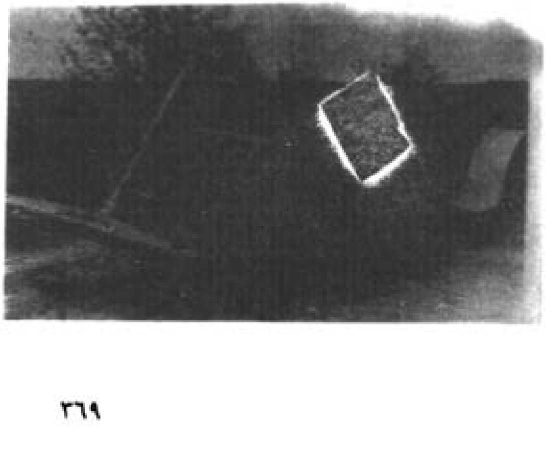


حوض سمك يوضح الجسور وميولها والقاع وميوله (عرضية وطولية) وقناة الصرف وحوض الصيد وفتحتي الري والصرف .

هذا وقد تتم حماية الجسور من المطر والرياح بزراعتها بالأشجار أو الشجيرات على الجوانب تجاه الريح وللخارج عن الحوض حتى لا تفكك جزورها الجسور وحتى لا تظلل الحوض ، وقد تزرع الجسور بالحشائش و الخضروات أو الموز لحمايتها من التآكل .

٤ - إدارة الحـــوض :

يجب حفظ الحوض خالي من **النباتات غير المرغوبة** ، التي تهدر المغذيات المتوفرة للسمك ، وتظلل الماء، وتعيق حركة الأوكسجين ، وتحد من حيز المعيشة ، وتأوى أعداء السمك ، وقد تملأ الحوض وتحوله إلى مستنقع. وقد تأوى القواقع التي تعول مسببات أمراض الإنسان والحيوانات كالبلهارسيا . وهذه النباتات إما أن تكون صلبة (بوص، سمار ، حلفا) أو طرية (نباتات تحت مائية حرة). وتؤدى زيادة عمق الماء في الحوض إلى التخلص من كثير من هذه النباتات غير المرغوبة (فيما عدا القليل) من التي تظل أو



محشة ميكانيكية بأسلحة رأسية وأفقية يقودها موتور

يعاد نموها من جديد كالغاب عند ملء الحوض . وعادة تحش النباتات كالغاب ٢ - ٣ مرات كل موسم فقد يقضي استمرار الحش إلى موت النباتات . بينما النباتات المائية الحقيقية أو الطرية قد تكون مصدر مشاكل إذا نمت بدون توقف ، وعادة يتحكم فيها باستخدام الأسماك آكلة العشب كمبروك الحشائش والبلطي الأخضر والبلطي الميلانو بلورا .

وتقاوم الحشائش عادة بتغذية الحيوانات عليها أو بحشها أو بحرقها أو باستخدام مبيدات الحشائش herbicides ومن بينها:

٢ - ٤ - د	2,4 - D
استر ٢ - ٤ - د	2,4 - D ester
٢ - ٤ - ٥ - ت	2,4,5 - T
زرنيخيت صوديوم	sodium arsenite
ديلابون (دوبون)	Delapon (Dowpon)
س - ام - يو	C.M.U.

إلا أن استخدامها لا يمنع إعادة نمو الحشائش ثانية ، وتستخدم كبريتات النحاس لمقاومة الطحالب الخضراء المزرقة بتركيز ٣ ٪ في ماء ساخن يرش على الحوض بتركيز لا يتعدى ١,٥ كجم / ١٠٠٠ م٢ من الماء ، وأي أسمدة عضوية تزيد من نمو هذه الطحالب .

وقد تقاوم الطحالب الخيطية filamentous algae بيولوجيا في أحواض إصبعيات المبروك بإضافة عدد مناسب من المبروك الأكبر التي تحفر قاع الحوض وتكسر تجمعات وكتل الطحالب . كما تعيق نمو الطحالب بما تحدثه من عكاره للماء . وفي المقاومة البيولوجية يعمل الأوز والبط كذلك على تنظيف جسور الأحواض من الحشائش كما تنظف المياه من كل أنواع الحشائش غير المرغوبة إذا حُملت على الحوض بأعداد كبيرة . وبجانب تنظيف الحوض فإن البط يسمد المياه ويدخل مصدر مال من لحوم البط ويزيد إنتاج الحوض من السمك .

كما أن تربية كلاب البحر كحيوانات فراء تعد أحد وسائل المقاومة البيولوجية للحشائش كالغاب والبوط أو السمار بجانب تسميدها للأحواض بما يزيد من إنتاج السمك ٥٠ ٪.

وفي المقاومة البيولوجية للحشائش يستخدم التسميد الأزوتي - فوسفاتي - بوتاسيومي ٦ - ٨ - ٤ علاوة على ١٠ ٪ نيترات صوديوم على عدة دفعات متعاقبة مما يؤدي إلى زيادة نمو الطحالب الخيطية أو الهوائم النباتية فتظلل النباتات المغمورة مما يؤدي إلى عدمها .

وفي إدارة الحوض قد يتطلب الأمر **تقليب الماء أو تهويته** لتشبيعه بالأوكسجين ويستعمل لذلك

أنظمة متعددة إما بدفع الماء من خلال ماسورة مثقبة ومرتفعة عن سطح ماء الحوض ، أو بتركيب خلاط هواء كهربائي على الحوض ، وتعمل هذه الأنظمة تحت الماء أو فوقه.

إغناء الماء بالأوكسجين
بضخه من ماسورة مثقبة

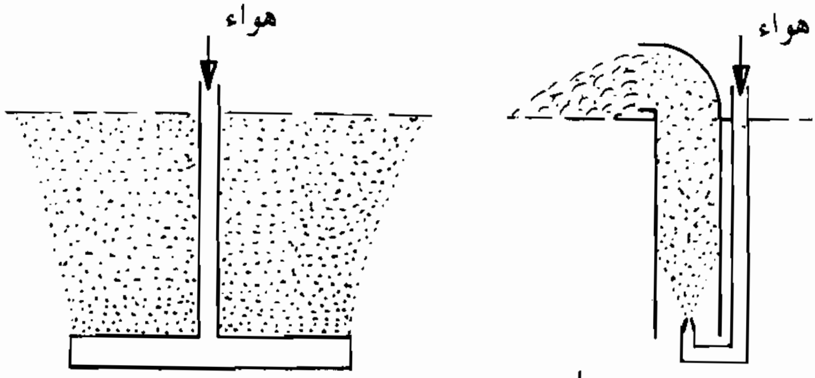
خلاط هواء كهربائي
على الحوض

خلاط هواء أوتوماتيك
دوار على سطح الحوض

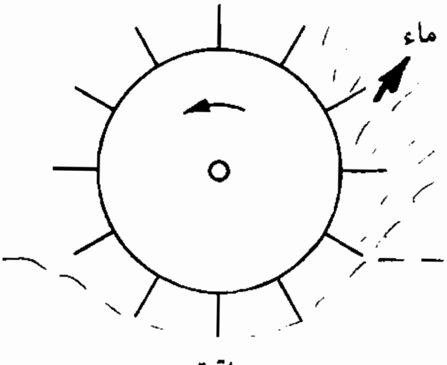
كما يلزم فى إدارة الحوض أن يتم تنظيفه (فى أثناء التجفيف) عند امتلائه بالطين فيقل عمقه مما يلزم تجريفه بالبلدوزر أويدوياً أو بالخراطيم عالية الضغط . ويستخدم هذا الطين لتسميد الحقول والحدائق أو لإصلاح الجسور . كما يزال الطين السائل من الهويس إلى حوض أكثر انخفاضاً لحين ترسيبه وإزالته . فتعميق الحوض ضرورى لأن زيادة الطين تخفض خصوبة الحوض .

كما يتم **صيانة الجسور** (عند التجفيف) نتيجة التلف الذى تحدثه الحيوانات مثل الحفر التى تحدثها الفئران والسرطانات crabs مما يؤدى لمشاكل تسرب مياه الحوض .

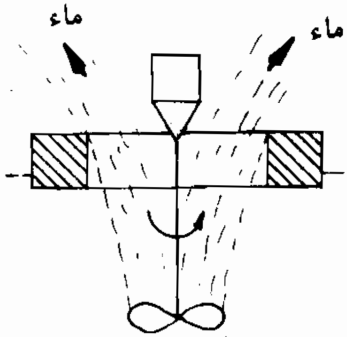
من سموم السمك **fish toxin**. / المستخدمة فى الصيد لبن الجير milk of lime الناتج من تقليب الحجر الجيرى فى الماء ، والسابونين saponin قد يستخدم نفسه أو كمكون فى بذور الشاى، والروتينون rotenone أشهر سم سمك يوجد فى مستخلص جذور أشجار Derris التى تنمو فى المناطق الاستوائية ولها تأثير فعال مضاد للحشرات كذلك، كما تؤدى مستخلصات نباتات عديدة أخرى نفس الفعل السام على السمك لاحتوائها أساساً على الروتينون الذى يفقد وعى stupefy السمك فيسهل صيده لكن لو نقل السمك إلى ماء نظيف يفقد مفعول الروتينون حتى لو كان السمك ميتا أى يصير صالحاً للاستهلاك الآدمى ، وإن استمراستخدام هذه السموم قديماً إلا أنها غير مشروعة الآن فى معظم البلدان . لكن يستخدم مسحوق Derris بتركيز حتى ٢٠ جزءاً فى المليون لتنظيف أحواض الزريعة من الأسماك المفترسة وغيرها من الحشرات والمفترسات ، وتستمر السمية ٨ – ١٢ يوماً بالجرعات العالية أو ٤ – ٥ أيام بالجرعات حتى٦ جزء فى المليون.



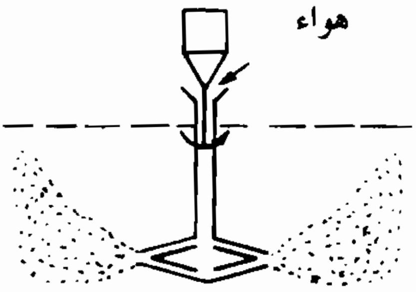
دفع الهواء فى مواسير داخل ماء الحوض



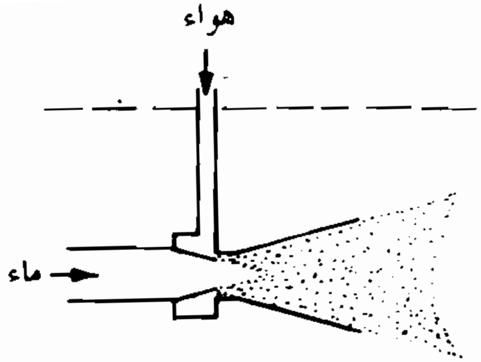
ساقية



نحلة / مجداف



مصدر هواء دوار



مصدرْ هواء ثابت

إلا أن المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة في مقاومة آفات الأرز تقتل الأسماك (منها الاندرين ، الايلدرين ، الالدرين) بنفس شدة مسحوق أشجار Derris أو مستخلص بذور الشاى . ورغم أن التركيز السام للسمك مثلاً من الاندرين ٨ جزء فى البليون وهو كما يبدو غير سام للإنسان إلا أن هذه المبيدات من الخطورة بحيث لا يمكن التوصية باستخدامها فى قتل أسماك الأكل ، وإن استخدم الاندركس بمعدل ٧٠ سم٣ للأكر ماء عمق قدم (فنجان قهوة صغير / آكر ماء عمق قدم) للتخلص من الأسماك فى الحوض قبل إعادة تخزينه بمدة ٢ - ٥ أسابيع ، أما الأسماك التى ستباع للأكل فتصاد قبل ذلك بأى وسيلة أخرى خلاف السموم والمبيدات . وقبل استخدام السموم أو المبيدات لتنقية الأحواض ينبغى التأكد من عدم تسريب الماء من الأحواض وإلا تلوثت المياه العامة فتقتل أسماكها.

٥ - مصدر للتغذية :

بأن تعمل كومة سماد بلدى قبل حفر البركة بشهر بأن تعمل مظلة للحماية من المطر ثم ضع طبقة من الحشائش والأوراق مضافاً إليها تربة سطحية بمقدار ما يغرفه مجراف احد ورش بالماء كى تتحلل بسرعة ثم ضع عليها طبقة من السماد المخلوط بقليل من الماء ومقدار مايغرفه مجراف واحد من التربة السطحية (ويمكن أن تستعيض عن الروث ببذور القطن والفاكهة التالفة والنفايات المنزلية ورماد المواقد) ، ثم طبقة حشائش وأوراق وطبقة سماد وهكذا ، على أن تبقى الكومة مبللة بدوام الرش بالماء كل بضعة أيام وتترك لمدة شهر لتتحلل، وخذ ما تحتاجه من السماد لبركتك من الجزء الأسفل من الكومة أى الأكثر تحللا ، وأضف طبقات جديدة إلى الكومة كل أسبوع بحيث يكون لديك السماد العضوى على الدوام . بعد ملء الحفرة بالماء يضاف السماد العضوى إلى المياه ببناء معلف على شكل حوض مصنوع من الخيزران أو العوارض الخشبية فى الجهة الضحلة من البركة واملأه بالسماء العضوى وبعد عدة أيام سيتحول لون الماء إلى الأخضر دليلاً على توافر المزيد من الغذاء الطبيعى مما يساعد على نمو الأسماك . ولإبقاء لون المياة أخضر عليك وضع السماد العضوى فى حوض المعلف أسبوعياً (سطلاً لكل ١٠٠ م٢).

وتسميد الأحواض Fertilization of the ponds هدفه زيادة إنتاج السمك بطريقة اقتصادية صحية عن التغذية الصناعية ودون التعرض لمخاطر أمراض التغذية ، فهى تحسن الظروف الصحية للحوض، وأهمية التسميد لزراعة السمك تماثل أهميتها فى الزراعة النباتية . ولما كانت العناصر المعدنية فوسفور ، بوتاسيوم ، نيتروجين هى الأشد فقرا فى ماء أحواض السمك ، فإن التسميد عادة يتم بأسمدة بها هذه العناصر واللازمة مع الضوء والحرارة للإنتاجات الأولية التى تشكل القاعدة الغذائية الطبيعية للأسماك . والأسمدة تعمل أساساً على طين القاع الذى يعتبر معمل إنتاج الحوض ،أى فعلها فى الماء أو العوالق فعل غير مباشر. إذ يمتص الطين المواد المخصبة فى الأسمدة والتى تعيدها ببطء حسب حاجة النباتات إليهاوهذا يفسر إطالة فعل الأسمدة . أى أن الحيوانات ليس لها اتصال مباشر بالمغذيات المعدنية . ولا يستفاد من المادة المعدنية إلا إذا كانت فى صورة محلول مائى . ويستخدم التسميد المعدنى فى أحواض إنتاج السمك المنتشر وشبه المكثف (ولأغراض صحية كذلك ينصح باستخدامها فى أحواض النمو المكثف إذ تشجع على هدم إخراجات السمك والمتبقيات الغذائية).

تختلف كمية ونوع السماد المستخدم من منطقة لأخرى ، ومن مزرعة لأخرى . فالتسميد يجرى لتعويض نقص المواد التى توجد بكميات بسيطة جداً لإحداث إتزان كيماوى. ويجب مراعات الجانب الاقتصادى فلا يستخدم التسميد إذا كانت تكاليفه تزيد عن أو تساوى قيمة التحسين فى الإنتاج نتيجة التسميد . إذا زيد التسميد الفوسفاتى فإن فوسفات الحديد والألمونيوم تترسب .

ولاستخدام الأسمدة قواعد عامة للحصول على التاثيرات المرغوب :

١ – يجب أن يكون الماء والتربة متعادلين أو قلويين قليلاً ، لأن التربة الحامضية تقل كفاءتها للامتصاص ، فإذا كان الماء والتربة حامضيين فيتم التجيير قبل التسميد .

٢ – يجب أن يكون القاع مغطى بطين جيد النوعية غنى بالغرويات ليس شديد السُمك مكوناً من نفايات دقيقة من الطحالب والنباتات الغاطسة . الطين الردىء الناتج من النباتات الهوائية الغنية بالسليلوز التى تتحلل برداءة ويكون شديد السُمك وقليل الإنتاجية .

٣– النباتات القائمة يجب إزالتها بتكرار حشها أو معاملتها بمبيدات الحشائش ، وإذا تركت منها أجزاء فإنها تنافس الأسماك على الغذاء باستخدام السماد لنموها فتضعف القاعدة الغذائية اللازمة للسمك فإذا وجدت هذه النباتات فى جزء من الحوض فلا يسمد هذا الجزء . النباتات الكافية والغاطسة يجب حفظ نسبها بمالا يعوق نفاذية الضوء والحرارة .

٤ – يتم التسميد فى وقت إعادة تخزين السمك بالحوض على القاع وهو جاف أو مباشرة بعد وضع الماء (باستخدام قارب بموتور لانتظام النشر) ويجب أن يكون السماد ناعم جدا وبكم لايضر السمك .

٥ – الأسمدة المعدنية يمكن نشرها مرة أو عدة مرات (وإن وجد فى حالات معينة أن التسميد مرة واحدة أفضل من تكرار التسميد بكميات صغيرة بانتظام) وعند التسميد مرة واحدة يفضل تكرار التسميد

عندما تبدأ العوائق النباتية فى الاختفاء . وبالتسميد المنتظم بكميات صغيرة يفضل مع الأحواض ذات القاع الرملى قليلة الطين . بينما التسميد العضوى عادة يوزع عدة مرات بكميات صغيرة .

٦ - لخفض التكاليف فإنه يمكن قبل الاستعمال خلط مخلفات الأفران القاعدية مع سماد بوتاس . ولا ينبغى خلط الجير أو السماد الغنى بالكالسيوم (كمخلفات الأفران القاعدية أو الفوسفات) مع كبريتات الأمونيوم أو الأسمدة العضوية الغنية بايونات الأمونيوم (كالسماد البلدى السائل) . يجب مرور فترة ٨ - ١٥ يوماً بين نثر السوبر فوسفات والجير لأن الجير يجعل السوبر فوسفات صعب الذوبان . الأسمدة سهلة الذوبان (سوبر فوسفات) يمكن نثرها عند بداية دفء الماء . أحواض الحضانة تسمد قبل تخزينها بالسمك بمدة ٢ - ٣ أسابيع كفترة تسمح بنمو الغذاء الطبيعى .

٧ - الأسمدة الفوسفاتية يمكن رؤية تأثيرها بالعين المجردة ، إذ يتحول لون الماء إلى اللون الأخضر نتيجة تكاثر طحالب معينة وحيدة الخلية وطفوها على السطح دليل ازهار الماء water bloom. ويتوقف تأثير الفوسفات على الإنتاجية على عدة عوامل ، منها الطقس فيتحسن تأثير الفوسفات فى الصيف والربيع . وينبغى عدم تجديد الماء بعد نثر الفوسفات لمدة ٥ أيام حتى لا يزول السماد. ومن الأسمدة الفوسفاتية (متساوية القيمة تقريباً) السوبر فوسفات ، مخلفات الأفران القاعدية ، فوسفات ثنائى الكالسيوم والمفاضلة بينها على أساس وفرتها فى السوق . مخلفات الأفران القاعدية أقل ذوباناً لكنها أكثر ملاءمة للتربة الحامضية أو الخفيفة أو للماء فقير الجير (لغناه بالجير والعناصر المغنية الأخرى كالكالسيوم والمنجنيز والكوبلت وغيرها) . السوبر فوسفات سريع الذوبان فيناسب التربة الثقيلة والماء الغنى بالجير طبيعياً . أفضل كمية هى ٣٠ كجم أوكسيد فوسفور P_2O_5 لكل هكتار والتى تعادل ١٠٠ - ٢٠٠ كجم سماد (فى المتوسط ١٥٠ كجم).

٨ - الأسمدة البوتاسية غير واضحة الأثر لوجود البوتاسيوم عموماً بكميات كافية فى التربة، إلا أنها تكون هامة فى حالة الأحواض الفقيرة فى البوتاسيوم أو منخفضة القلوية أو فى المناطق السبخ أو المستنقعية أو فى الأحواض صلبة القاع فقيرة النباتات المائية . والبوتاسيوم عموماً يساعد فى تطوير الغذاء الطبيعى ويحسن الظروف الصحية ويخفض من النباتات العموبية الضارة لكن يزيد من النباتات الغاطسة المفيدة . وقد اقترحت كميات ٣٠ - ٤٠ كجم أوكسيد بوتاسيوم K_2O / هكتار تزاد للضعف فى الأراضى المستنقعية أو السبخة . ويمكن خلط الأسمدة البوتاسية والفوسفاتية معاً .

٩ - الأسمدة النيتروجينية تزيد الإنتاجية . وأفضل نسبة بين الفوسفور والأزوت (وهى نسبة هامة) كنسبة ١ : ٤ فإذا قل الفوسفور أوقف استخدام النيتروجين الموجود فى الماء . والماء جيد المعدنة ذو القاع القلوى يمكن بلوغ نسبة الفوسفور للأزوت إلى نسبة ١ : ٨ وينصح بالتسميد الأزوتى فى الأحواض الجديدة فقيرة أو عديمة الطين . وإذا احتوى الحوض طبقة جيدة من الطين الغروى فإنها تنتج أزوت نفسها ، ولا تحتاج لتسميد أزوتى . إلا أن التسميد الأزوتى قد يكون له مزايا غير مباشرة مثل تحسين صحة السمك المتطلبة بشكل خاص فى أحواض الحضانة . ويستخدم من الأسمدة الأزوتية نيترات

الصوديوم أو كبريتات الأمونيوم وغيرها بمقدار ٥٠ كجم ازوت / هكتار (أو ٦٠ كجم كبريتات امونيوم / هكتار كل أسبوعين خلال فترة النمو ٧ – ٨ شهور).

١٠ – السماد العضوى له فعل مرغوب على الإنتاج العالى للأحواض لاحتواء السماد العضوى على كل المواد الغذائية (تقريباً) اللازمة للدورة البيولوجية . كما يحسن السماد العضوى من تركيب التربة ويساعد على تكاثر البكتريا فى الماء والتى بالتالى تحسن من نمو العوالق الحيوانية . والمادة العضوية ضرورية لفعل الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية . إلا أن السماد العضوى محفوف بمخاطر نقص الأوكسجين خاصة فى ساعات الصباح الباكر والطقس الدافىء مما يوجب شدة ملاحظة الأحواض المسمدة عضوياً، كما يساعد السماد العضوى على انتشار أمراض معينة (عفن الخياشيم). والسماد البلدى يضاف على وجه الخصوص للأعمار الأكثر أهمية للسمك أى لأحواض الفقس وصغار الأسماك. ويوزع السماد البلدى باستمار بمعدل ١ – ٣ مرات فى الأسبوع بكميات صغيرة فى أماكن معينة عديدة على الشواطىء أو ينثر بانتظام على السطح . وأفضل الأسمدة العضوية الذى يتحلل عند تعلقه بالماء فيضاف فى كل مرة ١ م٣ سماد بلدى سائل لكل هكتار (وإن كان محتواه من الأمونيا تعتبر سم خطراً على الأسماك) فى أحواض الرعاية الأولى ، أو ٢٠ – ٣٠ طن روث أو سبلة / هكتار على القاع قبل ملء الحوض بالماء . ولا يجب نثر الروث باستمرار لتأثيرها الضار على النشاط البيولوجى للتربة لكن يضاف فى اكوام أو طبقات ، ولا ينثر بانتظام إلا إذا كانت التربة فى أول استخدامها وتتطلب غطاء خصباً من الطين الغروى . ويستخدم ماء الصرف (ماء الكُساحة) لتسميد الأحواض ، ففى المانيا الغربية (ميونخ) يخصص ماء صرف كل ألفين من السكان لكل هكتار ، إلا أن هذا الماء لا يجب ألا يحتوى سموماً ، كما يجب تنقيته ميكانيكياً ويُهوى عند دخولة للحوض مع خلطه بماء نظيف بنسبة ١ : ٣ على الأقل .

من الأسمدة العضوية كذلك النباتات المائية الناتجة من تطهير الأحواض ، وناتج تقطيع النباتات الزراعية، وترك الخنازير على قاع الأحواض الجافة لتسميدها بإخراجاتها، ورعاية البط وتغذية الأوز على الأحواض لتسميدها بإخراجاتها (كل بطة تزيد إنتاج السمك بمعدل ٠,٥ كيلو) فيوضع ٢٥٠ بطة / هكتار ماء كحد أقصى منعاً لزيادة السمك غير المرغوبة. والتغذية الصناعية للسمك تخلف جزءاً غير مأكول من المادة العضوية فتعمل على التسميد غير المباشر .

والأسمدة العضوية Organic manures ما تزال معروفة بأهميتها فى زراعة السمك رغم أهميتها أكثر للأراضى الزراعية عنها لأحواض السمك التى يحسن استخدام الأسمدة غير العضوية فيها .

السماد الأخضر green manure قد يعيد للحوض خصوبته بعد ٢– ٣ إضافات فى شكل أكوام دون نثر على أرضية الحوض حتى لا يسحب أكسجين الماء بل تتحل ببطء فتمد الماء بالمغذيات بمعدل بطىء مستمر . وقد يحش المحصول الأخضر على قاع الحوض ، وقد يكون بقولى أو نجيلى وقد ترعى عليه الحيوانات فتسمد الحوض كذلك . وأنسجة النباتات الخضراء المتحللة و المتعفنة تعتبر غذاء جيداً للحشرات المائية من يرقات وديدان وغيرها مما يتغذى عليها السمك أى أنها تفيد الأسماك مباشرة وليس كالأسمدة

غير العضوية التى تفيد السمك غير مباشرة .

كما تستخدم الأسمدة البلدية السائلة Liquid manures من اسطبلات الماشية والخيل والخنازير فتعطى محصولاً عالياً من السمك لزيارتها نمو العوالق فيتحول لون الحوض إلى الأحمر لغناه بالهوائم الحيوانية . ويضاف السماد السائل فى الأجزاء الأعمق من الحوض على جرعات متكررة حتى لا تنتشر الطحالب الخيطية غير المرغوبة . ويفضل استخدام جرعات بسيطة من هذا السماد السائل ، ويفضل استخدامه فى الأحواض التى تتطلب معاملة غنية كأحواض الزريعة .

وماء الصرف sewage water عندما يلوث ماء الأحواض لوحظ أنها تزيد خصوبتها ، لذلك فبعد ترسيب جوامد الصرف يترك السائل بالمادة العضوية ليرش (بعد خلطة بماء عذب بنسبة ٣ - ٤ :١) على أحواض السمك بعد اكتسابه أوكسجين فيغذى الحوض ويزيد إنتاج السمك عنه فى الأحواض المزودة بالغذاء إذ أن مياه الصرف هذه قلوية وغنية بالفوسفات والنترات والنيتريت كمغذيات تزيد من إنتاج السمك بشدة فى المانيا وماليزيا والهند وأندونيسيا وغيرها كثير ، كما تخفض من كميات الغذاء المضافة صناعياً للأحواض ، وتتأكسد مياه الصرف هذه فى أحواض السمك قبل صرفها فى الأنهار فبالتالى تمنع تلوث الأنهار وتقلل من تكاليف معالجة ماء الصرف .

السماد البلدى الحيوانى animal manure هو الأكثر شيوعاً فى استخدامه فى أحواض السمك وهو ناتج الحيوانات والطيور المرباة على الأحواض التى تصرف فيها أرواث وأبوال هذه الحيوانات . وإن كانت إضافته مع الفوسفات لم تزيد إنتاج السمك عن الأحواض المسمدة بالفوسفات فقط. وقد تستخدم الأرواث كغذاء مباشر للأسماك ، وهى ذات قيمة خاصة لتربة الأحواض الجديدة التى تمدها بالمادة العضوية الجاهزة المحتوية على المغذيات الضرورية فتوفر وتشجع النترته وتعمل تركيباً غروياً جيداً للقاع. وقد لا يفضل تسميد أحواض السمك بسماد قطعان الماشية والجمال والخيول لغناها بالقش الغنى بالسليلوز المقاوم للتحلل فيغطى تربة الحوض الخصبة ، بينما سماد الدواجن (٥ - ١٠م٣ / هكتار) يصل لجودة الأسمدة غير العضوية وإن أدى إلى زيادة عفن خياشيم الأسماك . وينتج كل طن روث خنازير حوالى ٣٠ - ٤٠ كجم سمك زيادة ، وأفضل معدل تسميد بروث الخنازير ٣ - ٥ طن / هكتار وزيادته عن ذلك لافائدة منه بل قد يضر الحوض . فالمادة العضوية فى الروث تشجع وتزيد أعداد البكتريا التى تعمل على تكسير المادة العضوية ، كما تنشأ فى ظرف ٢٤ ساعة كتلة من الكائنات وحيدة الخلية نباتية وحيوانية تعتبر غذاء للحيوانات الصغيرة ويرقات الحشرات مثل Tubifex & Chironomids والتى تعتبر هى الأخرى غذاء جيد للأسماك، وتضاف أرواث الماشية cowdung بمعدل حوالى ١٠ طن / هكتار فتؤدى إلى إنتاج rotifers وقشريات صغيرة (cladocera وكوبيبودا) فى ٩ - ١٢ يوماً وقليل جداً من الطحالب وهذه الهوائم الحيوانية الصغيرة أفضل غذاء لزريعة السمك الصغيرة جداً وهذا سر أهمية التسميد بالروث أو بالأسمدة الخضراء لأحواض الزريعة الصغيرة . والتسميد العضوى قد يكون بفضلات أكساب القطن والفول وعباد الشمس ومخلفات المطاحن ، فيضاف الكسب بمعدل حوالى ١,٥ طن / هكتار بينما مخلفات المطاحن ٣ طن / هكتار ، تضاف على التربة وتكرر كل سنتين ، كما تعتبر هذه الأسمدة كذلك غذاء مباشراً للأسماك والروث الناتج من السمك يسمد التربة فلا تحتاج الأحواض لأسمدة إضافية .

وقد تضاف الكميات الموصى بها التالية :

- مخلفات ماشية أو خيل ٦٧٢ كجم / هكتار / أسبوع .

- مخلفات دواجن ١١٢ - ٢٢٤ كجم / هكتار / أسبوع .

- مخلفات خنازير ٥٦٠ - ١٦٣٠ كجم / هكتار / أسبوع.

والتى تغنى عن التغذية الصناعية فى الإنتاج المنتشر لكنها لا تكفى ولا يصير التسميد عضوياً اقتصاديا فى حالة الإنتاج المكثف.

والسماد البلدى يحجم البعض عن استخدامه لصعوبة إضافته ولأن إضافته كفرشة على سطح الحوض قد يؤدى إلى إزالة الأوكسجين Deoxygenation لذا يفضل وضعه فى كومات حول حواف المياه لخفض مساحة المناطق منخفضة الأوكسجين anoxczones وزيادة اتسميد بزرق الدواجن تضر بخياشيم الأسماك (بلطى نيلى).

وتلخيصاً لذلك فإن الأسمدة تزيد المحصول من ٥٠ إلى ٥٠٠ مرة قدر المحصول من أحواض غير مسمدة ، والأسمدة الكيماوية (غير العضوية) تماثل أو تتفوق على الأسمدة العضوية ، والأسمدة الفوسفاتية ذات أهمية قصوى لا تقارن بالأسمدة البوتاسية والأزوتية ، وإن ٣٠ كجم من الفوسفات / هكتار تعتبر أفضل معدل لكن يزيد هذا المعدل للماء الكلسى (أو الجيرى).

فالتسميد هام للإنتاج الطبيعى للأحواض سواء للنباتات المائية aquatic flora (أو الإنتاجية الأولية Primary productivity) و الحيوانات المائية aquatic fauna (أو الإنتاجية الثانوية seconary productivity).

الأسمدة غير العضوية لها تأثير متبقى هام جداًنتيجة امتصاها على طين الأحواض ، وهى رخيصة إذ يتطلب منها كميات صغيرة وسهلة النقل والتخزين والاستعمال ، وتوفر الأسمدة الحيوانية لأهميتها للتربة الزراعية لتأثيرها الطبيعى على التربة ومحتواها من الأسمدة الكيماوية.

رغم أن الحموضة تساعد فى انسياب المغذيات من التربة وتشجع الهدم البكتيرى للمتخلفات (أسمدة خضراء وعضوية)، إلا أن تصحيح الحموضة بإضافة الحجر الجيرى أو كربونات الكالسيوم تزيد إنتاجية الماء بسحب ثانى أكسيد الكربون (من الماء والناتج من إذابته من الجو ومن نشاط الكائنات الحية بما فيها البكتريا) فيتحول إلى بيكربونات كالسيوم تعمل عمل المنظم buffer فتمنع الاختلافات الكبيرة بين النهار والليل فى قيم P^H كاحتياطى لثانى أكسيد الكربون والذى تستهلكه النباتات لتخليق مادتها النباتية مستفيدة بكربونه ويخرج الأوكسجين . وفى وفرة البيكربونات تتكسر ويخرج ثانى أوكسيد الكربون وتتحول إلى الكربونات غير الذائبة فيستمر نمو النباتات على حساب هذا المخزون من ثانى أوكسيد الكربون.وفى الليل يكثر ثانى أوكسيد الكربون فيتحول الجير المترسب ثانية إلى محلول بيكربونات وتستمرالدورة.

كما أن إضافة الحجر الجيرى له فوائد اخرى منها تضاد الآثار السيئة لزيادة الماغنسيوم والصوديوم أو البوتاسيوم وكذلك تثبيت الأحماض العضوية الضارة كحمض الهيوميك (الدوباليك) أو الأحماض غير العضوية كحمض الكبريتيك ، وتقلل تعرض السمك للأمراض.

التجيير Liming :

عملية التجيير أو إضافة الجير إحدى عمليات صيانة أحواض السمك ولها تاثيرات مفيدة لصحة السمك وللعوامل البيولوجية للإنتاج فمن فوائدها :

١ – أن لها تاثيراً مضاداً للطفيليات على قاع الحوض، وتبيد الطفيليات فى الماء والسمك المصاب وفى العائل المؤقت لها ، وتبيد الطحالب والنباتات المائية غير عميقة الجذور ، وتبيد حشرات الماء ويرقاتها من أعداء الأسماك .

٢ – ترفع رقم الحموضة للماء الحامضى ليصير قلوياً خفيفاً بما يناسب أفضل ظروف صحية للأسماك وللمحافظة على الدورة البيولوجية فى الماء لتظل تحت ظروف مثالية لفعالية تكثيف إنتاج السمك .

٣ – تعاقب التجيير لزيادة القلوية (SBV) بما يوفر ثبات رقم الحموضة دون تغبيرات قوية ، فيتوفر ثانى أكسيد الكربون بكم كاف لتجنب إزالة الكالسيوم بيولوجيا وتسمح بتمثيل النباتات ويكون هناك كالسيوم الكافى واللازم لنمو النباتات ولقشر الرخويات والقشريات . والكالسيوم بكم كاف يعادل الفعل الضار لأملاح الماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم.

٤ – يحسن التجيير من القاع نتيجة تحرر القواعد ، تفاعلات متعادلة ، زيادة النشاط البيولوجى ، سرعة تكسير الطين ومكوناته السليولوزيه ، معدنة المادة العضوية ، انخفاض خطورة انتشار بعض الأمراض البكتيرية والطفيلية ، انخفاض خطر نقص الأوكسجين.

٥ – يرسب الزيادة من المادة العضوية العالقة فى الماء فتقل خطورة انتشار أمراض معينة وتنخفض خطورة نقص الأوكسجين .

٦ – نترتة nitrification المركبات الأمونيومية إلى نيتريتات ونيترات تتطلب وجود كميات كافية من الجير.

وتتم عمية التجيير عند الإنخفاض الشديد فى رقم الحموضة وبالانخفاض الشديد فى القلوية ، وبزيادة طين القاع جداً أوإهمال القاع (بعدم تجفيفه بانتظام كل شتاء) ، وبارتفاع محتوى المادة العضوية وخطورة نقص الأوكسجين ، وعند تهديد الأمراض المعدية ، وكوسيلة مقاومة يجب تتبعها بانتظام عقب تفريغ أحواض النمو المكثفة . وهى عملية مفيدة خاصة قبل تسميد الماء ، وإذا كان هدفها تحسين القاع فإنها تكون مؤثرة إذا غطت التربة بطبقة طين . إلا أن التجيير قد يكون محدود الأهمية بالنسبة لإنتاج الحوض إذا كان القاع غنياً بالجير والماء غنياً بالكالسيوم ، بل قد تكون عملية التجيير ضارة فى الماء الغنى جداً بالكالسيوم لأنه تحت هذه الظروف يكون الفوسفور فوسفات كالسيوم غير ذائبة تترسب على القاع .

مـــواد التـجـيـيـــر :

يتم التجيير بالحجر الجيرى المسحوق powdered limestone والذى يحتوى الكالسيوم فى صورة

كربونات كالسيوم (جير زراعى) غير ذائب فى الماء وبمرور الوقت يحوله ثانى أكسيد الكربون ببطء (فى مدة ١ -٢ شهر) إلى بيكربونات كالسيوم ذائبة . ويجب أن يكون ناعم السحق بأقطار حبيبات أقل من ١ مم ويمكن التجيير بالجير الحى quicklime (أكسيد الكالسيوم) الذى يتحول إلى كربونات ثم بيكربونات كالسيوم بفعل ثانى أكسيد الكربون، إلا أنه سام وقوى التأثير ويوجد فى شكل كتل أومسحوق وتستخدم الكتل فى عمل لبن الجير lime milk الذى يستخدم طازجاً للتطهير وقتل الطفيليات فى الأحواض الصغيرة، وأكسيد الكالسيوم الناعم جداً يستخدم لإبادة أعداء السمك وأمراضه ولتجيير الأحواض شديدة الطين فى القاع ولإحداث ترسيب المادة العضوية الزائدة المعلقة فى الماء . كما يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم caustie lime المتحصل عليه بإطفاء الجير الحى أو بتركه يتعرض للهواء (ويطلق عادة على سبيل الخطأ على هيدروكسيد الكالسيوم أنه جير حى ربما لسميته للأسماك)، ويحضر هيدروكسيد الكالسيوم من الكتل أو الجير الحى بعد تكسيره إلى أجزاء فى حجم قبضة اليد ويفرد فى طبقات بارتفاع ١٥ سم ويرش باستمرار بمعدل ١٢ لتر ماء / ١٠٠ كجم جير حى . وتغطى الكومات بالتربة فيتحول الجير الحى إلى جير مسحوق ناعم .

طرق التجيير :

وتختلف طرق التجيير من تجيير قاع الحوض الجاف أو تجيير ماء الحوض أو التجيير فى أثناء تدفق الماء إلى الحوض حسب الهدف من التجيير فإذا كان الغرض مقاومة عفن الخياشيم بترسيب المادة العضوية فيتم تجييرالماء فى الحوض ، وإذا استهدف مقاومة الطفيليات أو تحسين التربة فيجير التربة والقاع رطب. ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة عند رش الجير الحى أو هيدروكسيد الكالسيوم من ارتداء ثياب خاصة ونظارات مع حماية الأجزاء العارية من الجسم بدهانها بالشحوم مع عدم النثر ضد اتجاه الريح . مع الرش بانتظام وعدم ترك كتل كبيرة منها، لأن فعلها يستمر طويلاً حتى عام بعد استخدامها مما قد يميت السمك عند الاقتراب منها . ويضاف لبن الجير بمساعدة الماء عند ملء الحوض ويتم التطهير بالتجيير مرتين بفترة بينهما ٨ -١٥ يوماً فى الخريف عقب تجفيف الحوض أو فى الربيع ولا يجب إجراؤها فى موسم المطر الذى يغسل الجير . ويجب انقضاء فترة ١٠ - ١٥يوماً قبل إعادة تخزين السمك فى الحوض .

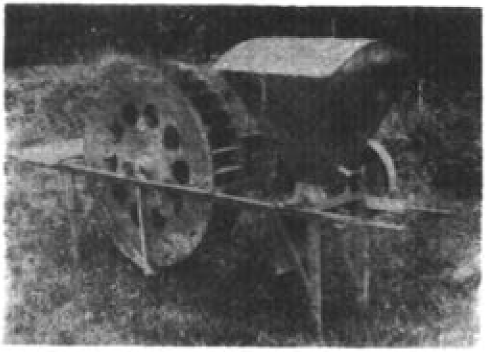
١ - تجيير ماء الحوض : باستخدام قارب ، ولا توجد احتياطات أمن بعينها عند التجيير بمطحون الحجر الجيرى ، وعند استخدم الجير الحى فيمكن توزيع حتى ٢٠٠ كجم/ هكتار / يوم حتى لا ترتفع قيمة رقم الحموضة عن ٩,٥.

٢ - تجيير قاع الحوض : تختلف الكميات المستخدمة كثيراً حسب الغرض منها وطبيعة التربة. فلمقاومة الطفيليات يستخدم ١٠٠٠ - ١٥٠٠ كجم اكسيد كالسيوم / هكتار ترش على القاع وهو مبتل. وإذا استهدف تحسين التربة قبل استخدام المخصبات الأخرى فيستخدم ٢٠٠ - ٤٠٠ كجم أكسيد كالسيوم / هكتار(تستخدم ضعف الكميات من كربونات الكالسيوم). وإذا كان المراد زيادة قلوية حوض حامضى فإن الكميات تختلف حسب درجة الحموضة وطبيعة التربة، وأساساً يستخدم ٢٠٠ كجم أكسيد

كالسيوم / هكتار كافية لزيادة SBV بمقدار وحدة واحدة، ولكن هذا يتطلب رفع رقم حموضة القاع لثبات التحسين ويتم ذلك باستخدام ٢٠٠٠ - ٢٥٠ كجم لكل هكتار حسب رقم الحموضة من ٤ إلى أقل من ٦ وحسب ما إذا كانت التربة ثقيلة أو خفيفة.

ولا يتم التجيير وقت التسميد الفوسفوري وإلا ترسبت فوسفات الكالسيوم دون استفادة. ويضاف الجير بمعدل ١١٢٠ كجم جير/ هكتار على قاع التربة الطينية أو ٥٦٠ - ١١٢٠ كجم/ هكتار على قاع التربة الرملية .

٣ - تجيير الماء عند دخوله الحوض : يساعد على تجنب النثر ويستخدم مطحنة جير توضع في ماء المروى بها قمع يوضع به الحجر الجيرى لتكسيره ، ويضبط معدل تسريب مطحون الحجر الجيرى لماء الرى ، وتعمل هذه المطحنة بتيار الماء وبذلك ترفع من قلوية الماء الحامضى الضار للسمك.



طاحونة حجر جيرى

والجير الحى أو أوكسيد الكالسيوم أكثر كفاءة عن الحجر الجيرى (الذى يحتوى فقط على حوالى ٥٠٪ أوكسيد كالسيوم) لكنه سام وعديم الفائدة بالنسبة للإنتاجية حتى يسحب ثانى أوكسيد الكربون من الهواء أو التربة ويتحول إلى كربونات كالسيوم ثم بيكربونات كالسيوم ، لذا لا تخزن الأسماك قبل أسبوعين من معاملة الحوض بالجير الحى أو الجير المطفى (بخلط الجير الحى بالماء) الذى يستخدم لتطهير الأحواض.

أما **الأسمدة الفوسفاتية** فهى أهم الأسمدة لأحواض السمك لضآلة وجود الفوسفور عادة ، وأعظم تأثير يمكن الحصول عليه باستعمال الفوسفات مع الجير . وللأسمدة الفوسفاتية تأثير لسنوات بعد إضافته (٢ - ٣ سنوات) نتيجة تثبيت معظم الفوسفات فى التربة ثم تحررها عند إعادة ملء الحوض فى الموسم التالي. فيستمر تضاعف إنتاج الحوض المسمد عن الحوض غير المسمد ، وإن كان من الأربح التسميد سنوياً . ورغم أن الفوسفات يزيد إنتاج السمك حتى فى الأحواض الحامضية ، لكنه أشد تأثيراً فى الأحواض المجيرة للتعادل بالحجر الجيري . وقد أدت إضافة ٢٠ رطل فوسفات / أكر إلى زيادة إنتاج السمك ٣٠٠ ٪ عن إنتاج الحوض غير المسمد . إلا أن شدة زيادة الفوسفات قد تظهر نقص مغذيات اخرى مما يعيق الفوسفور عن تأثيره لزيادة إنتاج السمك . إلا أن زيادة الجير ترسب معظم الأسمدة الفوسفاتية

كمركبات غير ذائبة (كالسيوم فوسفات أو أباتيت) خاصة فى الأحواض الطينية الغنية بالفرويات وكربونات الكالسيوم ، بينما يقل هذا التثبيت للفوسفات بتراكم المادة العضوية فى الطين . إذ تعطى المادة العضوية فى الطين كذلك ثانى أوكسيد الكربون عند تحللها مما قد يقلل من شدة القلوية مما يؤدى إلى خفض تثبيت الفوسفات المضافة وتزداد الاستفادة من الفوسفات كما يزيد تركيزها فى ماء الحوض لمدة طويلة بعد التسميد لو أضيفت مع مادة عضوية (كالأسمدة البلدية) أو لو أضيفت فى أحواض قديمة غنية بالطين الغنى بالمادة العضوية ، لكن شدة التسميد العضوى (٧ طن روث ماشية / أكر) مع الفوسفات لا تحقق زيادة فى الإنتاج عما حققته الفوسفات بمفردها .

وقد يضاف السوبر فوسفت الأحادى بمعدل ١١٢ كجم / هكتار / شهر أو الثنائى بمعدل ٥٦ كجم / هكتار / شهر ترش على الأحواض أو فى محلول أو فى سلال معلقة.

أما **البوتاسيوم** فلا يعد نقصه عاملاً محدداً فى إنتاج السمك في معظم الأحواض ، إذ لا يختلف تركيب السمك من حيث محتواه من البوتاسيوم (المنخفض عادة٣, ٠ ٪) بتسميد أو عدم تسميد الحوض بالبوتاسيوم ، على العكس من الفوسفور التى قد يصل إلى ٢ ٪ من وزن السمك عند تسميد الحوض بالفوسفات ، فاحتياجات السمك من البوتاسيوم ضئيلة رغم أنه من المغذيات الأساسية فيحصل عليه مع الغذاءفلا يؤدى التسميد البوتاسى إلى أى زيادة فى إنتاج السمك بل قد يخفض الإنتاج عند إضافته مع الجير أو الفوسفات عنه عند إضافتهما بدون بوتاسيوم . إلا أنه فى الأحواض الفقيرة جداً يؤدى التسميد بالبوتاسيوم إلى زيادة إنتاج السمك بمعدل ٠,٢٩ كجم فى أول سنة و ٠,٥٧ كجم فى ثانى سنة لكل ١ كجم أوكسيد بوتاسيوم . وعند إضافة البوتاسيوم فغالباً تضاف مع الفوسفات وبمعدل ٣٠ كجم / هكتار أوكسيد بوتاسيوم . وقد تضاف النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم معاً بنسب ٦ / ٨ / ٤.

أما **الأسمدة الأزوتية** فنتائجها متباينة ، فقد لا تؤدى إلى تحسن الإنتاج أو قد تكون غير اقتصادية الاستخدام . وغالباً ما تشجع الأسمدة النيتروجينية من نمو الهوائم (العوالق) النباتية كمادة خام هامة لإنتاج السمك ، إلا أن البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة تثبت النيتروجين الجوى فى وجود الأوكسجين ، ووجود الفوسفات ربما يساعد فى تثبيت النيتروجين بواسطة هذه الكائنات فى الحوض . وعند التسميد الأزوتى قد يستخدم فوسفات الأمونيوم "ammophos" أو اليوريا أو الأمونيا السائلة (٢٠ ٪ نيتروجين) ذت التأثير المماثل لكبريتات الأمونيا وبمعدل ٤٥٥ كجم / هكتار أمونيا أو ٥٦٠ كجم / هكتار كبريتات أمونيا .

ولما كان **الماغنسيوم** من المغذيات الضرورية فإنه يضاف كسماد لبعض الأحواض التى يعوزها الماغنسيوم فيضاف حجر الجير الماغنسيومى خاصة عند زيادة محصول السمك أو نسبة تخزينه أو زيادة أحد العناصر السمادية الأخرى فيظهر نقص الماغنسيوم . وقد ترجع بعض فوائد الأسمدة البوتاسية لاحتوائها على الماغنسيوم وماله من تاثيرات سمادية manurial effects.

تحتاج الأسماك إلى تغذية صناعية كذلك ، بأن تضيف يومياً إلى البركة أى فضلات (حشرات ، نفايات مطاحن القمح ونخالة الأرز ، وبنور القطن المدقوقة في هاون ، نفايات السلخانات ، الفاكهة التالفة، نفايات المطابخ) بأن تنثر العلف على البركة فى الجانب الضحل حتى يمكن مراقبة الأسماك وهى تأكل، بحيث لا تعطيها كمية أكبر مما تستطيع أن تأكله . وإن كانت الأسماك تتمتع بصحة طيبة فستأكل بسرعة ، وإذا لم تأكل غذاءها بأكمله فقلل الكمية فى اليوم التالى ، أما إذا أكلته بسرعة فأعطها كمية أكبر بقليل فى اليوم التالى.

وتستخدم التغذية الإضافية لزيادة محصول السمك من وحدة المساحات فتكون تربيته اقتصادية خاصة فى حالة عدم استخدام التسميد أو فى حالة الإنتاج التجارى على مستوى كبير (إنتاج مكثف) حيث تزداد معدلات تخزين السمك ومعدلات نموه . وكل الأغذية لها قيمة سمادية متبقية residual manurial value لاحتوائها على الجير والفوسفور والبوتاسيوم مثلاً .

تؤدى حموضة المياه أو نقص أوكسجينها أو ارتفاع درجة حرارتها إلى خفض التغذية وبالتالى خفض نمو السمك ، وقد يختلف نوع غذاء السمك باختلاف الموسم وباختلاف العمر ، فتتغذى الأسماك على الهوائم فى وقت من السنة أو على اسماك صغيرة ويرقات حشرات فى أوقات أخرى .

ومعظم الأسماك المستزرعة حتى لو كانت من آكلات اللحوم فإنها تحت ظروف الاستزراع تصير كانسة وتأكل كل ما يقدم لها من أغذية ، وحتى آكلة العشب منها كمبروك الحشائش والبلطى الأخضر والبلطى الملانوبلورا فإنها تأكل شرانق دود الحرير والحشرات المائية واللحم والهوائم الحيوانية .

تعتبر الأرواث الآدمية والحيوانية ضمن الأغذية الصناعية المباشرة للأسماك ، علاوة على أنها غذاء غير مباشر للأسماك عن طريق استفادة البكتريا منها وكذلك الكائنات النباتات التى تتغذى عليها الأسماك وكذلك infusoria المختلفة والتى بالتالى تتغذى عليها القشريات والديدان ويرقات الحشرات والتى تتغذى عليها كذلك الأسماك .

وأهم هذه المخلفات هى مخلفات مزارع الدواجن والخنازير لغناها ببقايا العلائق التى ترفع من القيمة الغذائية للمخلفات وقد تحتوى الأرواث على فيتامينات B والبروتينات والإنزيمات الهاضمة (المخلقة فى الجهاز الهضمى للحيوان) مما يفيد الأسماك ويرفع من معاملات هضم الأرواث فى السمك.

أما روث البقر فينحل فى التربة ويغذى الهوائم ، لذا لا يستعمل إلا فى أحواض السمك آكل الهوائم . أى يستخدم كسماد وليس كغذاء مباشر للسمك .

وتأكل الأسماك روث البط وكلب البحر Nutria (حيوان فراء من القوارض) مباشرة علاوة على تأثير متبقياتها التسميدية ، بينما روث الإنسان غير صحى الاستخدام لخطره على الصحة لاحتمال احتوائه على الطفيليات وبيضها كالديدان الخيطية والتى تنتقل إلى معدة المبروك المربى فى أقفاص فى المصارف فى أندونيسيا كما تنتشر الديدان الكبدية فى السمك فى هونج كونج لكن تخمر composting or

fermentation كسح مجارى الحضر urban night soil وتحويله إلى سبلة أو سماد بلدى يقلل الخطر من الأمراض التى تنتقل إلى السمك لو استخدم طازجاً.

وتزود أحواض السمك بمناضد تغذية ، مساحة كل منها حوالى ١ م٢ من الخشب ليغوص أسفل سطح الماء بمسافة ٥٠ سم وأعلى قاع الحوض بمسافة ٣٠ سم مثلاً وعلى أركان الإطار الخشبى عوامات وسطحه وقاعه من الشبك ، فالقاع لحفظ مكعبات العلف ، والسطح لمنع الطيور . وتنثر على هذه المناضد العلف المكعب أو العلف العائم لتغذية السمك دون فقد فى العلف .

تربية وإنتاج الأسماك :

بعد تخطيط وإنشاء الأحواض يلى ذلك الحصول على الزريعة من مصادرها الموثوق بها ، ومن أقرب هذه المصادر لتقليل مشاكل النقل . وتستقبل الزريعة (البذرة) فى **أحواض تحضين** صغيرة المساحة (حوالى ربع فدان) على أن يحضن كل نوع على حدة فى حوض مستقل . وينبغى أن يكون حوض الحضانة أقرب الأحواض إلى مصدر الرى وأسهل الأحواض ريا وصرفا وأكثرها إحكاماً . ومساحة فدان واحد تكفى لحضانة زريعة تفرد فى أربعة أحواض تربية سعة كل منها خمسة أفدنة .

ويبدأ الموسم بحوض جاف تماماً لدرجة التشقق، ويجهز بنثر طن سماد بلدى جاف هوائياً مع ١٠ كجم يوريا على الأرضية الجافة . تسد فتحة الرى بشبكة سلك نملية من الألمونيوم ، ويحكم غلق بوابة الصرف ، ويتم الرى لغمر السماد إلى ارتفاع ٣٠ سم ويترك الحوض حتى يتلون الماء باللون الأخضر الداكن فيفتح الماء ثانية حتى منسوب ٦٠ سم ويصبح الحوض جاهزاً لاستقبال الزريعة ، وللتأكد من ذلك اغمس شبكة صغيرة ناعمة لمدة ٢٤ ساعة ببعض الزريعة ولاحظ حيويتها استعداداً لنقل الزريعة فى اليوم التالى ، أما إذا مات عدد كبير من العينة الأولى فانتظر يومين وزود الماء ١٠ سم أخرى لتكوين اللون المرغوب وبعدها انقل الزريعة إلى حوض التحضين . ومن المهم أن تبدأ الدورة مبكراً فى الربيع حتى يمكن حصادها قبل موسم الأمطار فى ديسمبر . ففى أول مايو يمكن الحصول على زريعة عمر شهر من المبروك والبلطى بينما الطوبار يبدأ موسمه من يناير وإن كان يمكن الحصول على زريعة البورى المبكر فى شهرى أغسطس وسبتمبر وزريعة المبروك الخريفى والبلطى الناتج فى نهاية الصيف (نوفمبر) ليتم تشتيتها فى أحواض الحضانة . ويلزم ٢٠٠ ألف زريعة / فدان حضانة للبلطى أو المبروك (٨٠ ألف زريعة / فدان من الطوبار) بينما فى أحواض الحضانة المكثفة تصل حمولتها ١٠٠ – ٦٠٠ زريعة / م٢ لكنها تتطلب تركيز البلانكتون والعلف التكميلى بحجم صغير (٥٠ – ٢٠٠ ميكرون) من مسحوق فول صويا ومسحوق قمح ومسحوق سمك ومسحوق دم وغيرها . وتبلغ حيوية الزريعة فى نهاية تحضينها ٣٠ – ٧٠ ٪ . تنقل الزريعة فى الصباح المبكر بأعداد مناسبة فى كيس النقل حسب مسافة النقل ، وتوضع الأكياس البلاستيك بالزريعة على فرشة مبتلة من القش أو الحشائش الطرية وتغطى بقماش مبلل بالماء ، وممنوع التدخين بجوار الأكياس خوفاً من اشتعال أوكسجين الأكياس التى قد تكون منفسة أو مثقوبة.

عند وصول الزريعة إلى الأحواض يتم أقلمتها على البيئة الجديدة من حيث درجة الحرارة (بوضع الكيس نصف ساعة فى الماء) والبيئة المائية (بالسماح للماء بدخول الكيس تدريجياً بعمل ثقب أو إضافته بكوب تدريجياً) ، وعند امتلاء الكيس تترك الزريعة تخرج وحدها . الأقلمة ضرورية لزيادة حيوية الزريعة وخفض نفوقها . وبعد التأكد من حيوية الزريعة بعد نقلها إلى الأحواض بيومين يمكن بدأ برنامج التسميد من اليوم الثالث بإضافة ٤ كجم سوبر فوسفات كالسيوم مذابة فى ٤ صفائح ماء وذلك رشا على أكبر مساحة من سطح الحوض صباحاً ، كرر التسميد الفوسفورى يوماً بعد يوم ، ياضاف ٥ كجم زرق دواجن مبتل نثراً من جوانب الحوض يوماً بعد يوم بالتبادل مع سوبر فوسفات الكالسيوم ، يضاف ١ كجم يورياً نثراً مع زرق الدواجن . وحافظ على مستوى رؤية ٣٠ – ٥٠ سم بجهاز قرص الشفافية وذلك بالتحكم فى كميات الأسمدةالمستخدمة.

تراقب عمليات النمو والحالة العامة بوزن عينة من الأسماك بعد اسبوعين. أضف غذاءاً مصنعاً ناعماً نثراً على سطح الحوض فى العاشرة صباحاً والواحدة ظهراً بمعدل ١٢ كجم يومياً تزاد كيلوجراما كل يوم بعد يوم حتى تصل إلى ٢٧ كجم / يوم قبل نهاية شهر من وضع الزريعة (بلوغ الأسماك طور الإصبعيات بعد شهر تحضين) وقد يضاف رجيع الأرز لزريعة المبروك والبلطى بمعدل ٥ ٪ على الأقل من وزن السمك يومياً ، على أن يكون العلف مبتل فى صورة عجينة . ويجب ألا تجاوز فترة التحضين عن شهرين خوفاً من الكثافة العالية للزريعة فى الحوض مما يعرضها للإصابة بالأمراض.

تنقل الإصبعيات من حوض الحضانة إلى **حوض التربية** التى تظل فيه حتى تصل حجم التسويق. وعادة تكون أحواض التربية متعددة الأنواع السمكية فى نظام إنتاج متعدد الأنواع للاستفادة من أكبر قد ممكن من القاعدة الغذائية بالماء. فأسماك العائلة البورية تأكل الفضلات المتحللة على القاع بما عليها من كائنات دقيقة نباتية وحيوانية ، وأسماك المبروك إما أن تأكل يرقات بعض الحشرات (مبروك لامع أو عادى) أو تأكل النباتات الدقيقة الهائمة (مبروك فضى) أو تأكل الحيوانات الدقيقة الهائمة (مبروك كبير الرأس) أو تأكل النباتات الطرية (مبروك الحشائش)، بينما أسماك البلطى فمنه ما يأكل الكائنات النباتية الهائمة الدقيقة والفضلات المتحللة (بلطى نيلى وجليلى وحسانى) أو يأكل النباتات الطرية (بلطى أخضر) ، وأسماك القاروص وقشر البياض أكل لحوم أسماك (مفترسة) .. وأهم خلطات الأسماك الطوبار والبلطى والمبروك والتى تتغذى على الكائنات الدقيقة المتوافرة فى الأحواض جيدة التسميد، كما أنها تقبل التغذية الصناعية ويتم تخزين حوض التربية ذو الماء العذب بارتفاع ١,٢٥ م مع التسميد والتغذية المكملة بالأعداد التالية من الإصبعيات للفدان :

طوبار	مبروك لامع	بلطى نيلى
١٠٠٠ – ٣٠٠٠	٦٠٠ – ٧٠٠	٣٠٠٠ – ٥٠٠٠

وأحياناً قد يضاف ٣٠ أصبعية قاروص للتحكم فى تكاثر البلطى (أو ٣٠ وحدة قشر بياض) أو ٢٠ – ٥٠ وحدة مبروك حشائش للتحكم فى حشائش الحوض مع ٥٠ أصبعية مبروك فضى لكل فدان. ويلاحظ أن زيادة معدل التخزين لا يزيد الإنتاج بل المحصول هو نفس الوزن لكن من أسماك أكثر عدداً وأصغرحجماً . ونظراً لأن التربية فى الشتاء تشكل عبئاً شديداً على المزرعة فيفضل الحصاد بعد موسم نمو واحد ينتهى فى الخريف . ويمكن الحصول على الإصبعيات (إن لم تكن من إنتاج المزرعة) من المفرخات ومراكز التجميع لو توافرت وإن كان الأفضل كثيراً أن تحصل عليها من مزرعتك من أحواض الحضانة . فقد تتواجد أصبعيات مبروك وبلطى مخزنة فى أحواض تشتيه من عام سابق فى المفرخات.

ويجهز حوض التربية بنفس الطريقة بأن يجفف الحوض حتى يتشقق ويخربش ويحرث فقط لاقتلاع البوص وخلافه ، وقد يغسل إذا كان مملحاً ، ويعاد تجفيفه ، ينثر طن سماد بلدى / فدان مع ١٠ كجم يوريا ويغمر الحوض بالماء حتى ارتفاع ٤٠ سم ، ويضاف ٣٠ كجم سوبر فوسفات كالسيوم مذابة فى أكبر كمية من الماء رشاً على سطح الحوض فيعمل السماد الفوسفاتى على كبت نمو النباتات الجذرية مبكراً لنمو الهوائم النباتية بغزارة وحجبها لضوء الشمس عن نباتات القاع غير المرغوبة. يزال الريم كلما تجمع فى أحد جوانب الحوض ، يرفع مستوى الماء إلى المعدل المطلوب (١,٢٥ م) إذا كان هناك احتمال نمو نباتات مائية مع العناية بالتسمي الفوسفاتى (إذ يمكن تكرار التسميد الفوسفاتى بعد ١٥ يوماً بنفس المعدل) والتبكير فى خدمة الحوض قبل موسم نمو هذه النباتات . ولا يصلح الحوض لاستقبال الأصبعيات إلا بعد أن يميل لون الماء إلى الإخضرار . يرفع منسوب الماء فى الحوض إلى ٨٠ سم قبل نقل الأصبعيات . وتسمى عملية نقل الأصبعيات إلى حوض التربية بعملية الشتل على افتراض أن حوض الحضانة هو المشتل. ويصل وزن الأصبعيات تقريبا ٥ – ٢٠ جم . وكلما احتجنا أصبعيات أكبر نحتاج مساحات تحضين أكبر . ويفقد فى مرحلة التربية حوالى ١٠ ٪ من عدد الأصبعيات مع التداول الجيد.

ويتم الشتل بصيد الأصبعيات من حوض الحضانة بشبكة من طبقة واحدة ضيقة العيون تسمح بحجز الأسماك فى أحد جوانب الحوض ثم تنقل بالملاقيف إلى وعاء النقل البلاستيك دون الإمساك بالأيدى ، وبعد صيد معظم الأسماك يصفى الحوض فى حوض الصيد وتنقل الأسماك بالملاقيف من حوض الصيد إلى وعاء النقل . وتخزن الأسماك بالعدد باستخدام منضدة الفرز لاستبعاد الأسماك الغريبة والمريضة ، وتنقل الأسماك التى تعد أولاً بأول لأحواض التربية. يتم وزن عينه (١٠٠ سمكة) فى جردل معلوم الوزن بما فيه من ماء ويكرر الوزن كل أسبوعين ، لتحديد برنامج التغذية ، الأقلمة فى هذه المرحلة غير مطلوبة لتساوى ظروف المزرعة فمياهها واحدة ودرجة الحرارة واحدة ، فيكفى ترك الأصبعيات تخرج براحتها إلى الماء .

وتتم التغذية علي عليقة جاهزة أو مكونة من رجيع أرز وكسب بذرة قطن بنسبة ٤ : ١ وذلك بمعدل ١ ٪ من وزن السمك يومياً تزاد إلى ٣ ٪ حسب إقبال السمك على التغذية ، على أن تقدم العليقة فى صورة عجينة طرية وقت الظهيرة فى أماكن ثابتة بداية من ثانى يوم للتخزين.

أحواض التشتية لكل نوع سمكي على حدة لتشتية أصبعيات البوري والمبروك والبلطي المخزنة في سبتمبر وأكتوبر ، وهي عبارة عن أحواض الحضانة بعد رفع منسوب مياهها إلى ٢ م وعمل مصدات رياح في الجانب الشمالي والغربي ، وتزود بالرجيعة بمعدل ١ ٪ فقط من وزن السمك في الأيام الدافئة فقط.

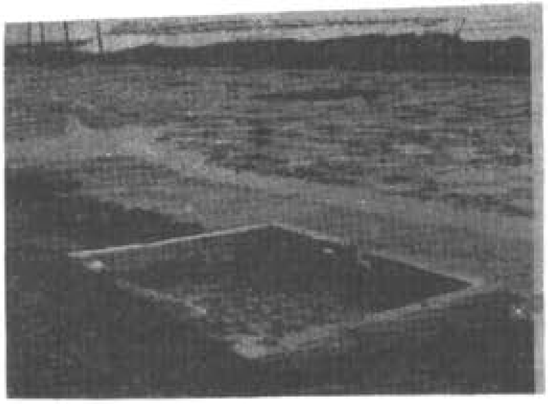
بالنسبة للأحواض التي لا يتم صرفها تماماً عقب صيدها فيمكن القضاء على ما تبقى بها من أسماك أو حشرات باستخدام أحد المبيدات الحشرية الفوسفورية كميثيل باراثيون بتركيز ٢٥ جم / م٣ (٥٠ ٪ مادة فعالة) ويزول تأثيرها في مدة أسبوع . وبالنسبة للسوبر فوسفات يمكن وضع الكمية المقررة منه للحوض أمام فتحة الري عندما يصل منسوب الماء في الحوض ٤٠ - ٥٠ سم (بدلا من إذابتها في صفائح).

يجب التأكد يومياً من صلاحية الماء باستخدام قرص الشفافية للتحكم في جودة الماء من خلال معدلات التسميد والتغذية . وتكفي ٤ شهور لتربية المبروك والبلطي لأقل وزن تسويق ، لذا قبل الحصاد الجزئي (في يوليو وأغسطس) تمنع التغذية يوما ثم يوم الصيد تجذب الأسماك في أحد أركان الحوض بالتغذية فيتم صيدها بشبك متسع العيون لصيد الأسماك الكبيرة ولا يخشى على البوري إذ يتفادى الشبك إذ لم يرتفع فوق سطح الماء ، ويترك أسماك القاروص لمقاومة زريعة البلطي الناتجة في الحوض، ويترك أسماك مبروك الحشائش والمبروك الفضي. ويتم صيد باقي المبروك والبلطي مع البوري والطوبار (خلال شهري نوفمبر وديسمبر .

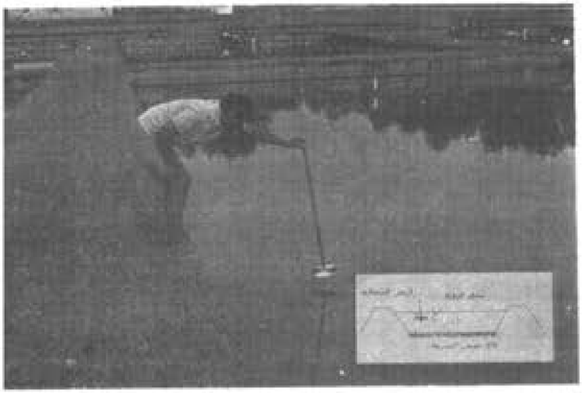
وعلى ذلك فالمزرعة السمكية في حالة عمل مستمر طوال العام بداية من إعداد الأحواض لاستقبال الزريعة في أوقات متفرقة من السنة (حسب نوع السمك) ، وفي إعداد أحواض التربية والتشتية والحصاد الجزئي ، ومتابعة يومية لنظافة غربال الري ومنع إنسداده، وملاحظة منسوب الماء وحالة الماء والتغذية ، وملاحظة حالة الجسور وبوابات الصرف وعدم تسريبها للماء ، وهناك أعمال أسبوعية بشأن التسميد العضوي والكيماوي ووزن عينات سمك لتعديل برنامج التغذية ، وأعمال شهرية لإزالة النباتات والأعشاب والحصاد الجزئي للأحواض المزدحمة بالسمك، وأعمال سنوية من تجفيف الأحواض وتجييرها وصيانة مرافقها من جسور وقناة الصرف والبوابات والميول وغيرها . وعند تكاثر البعوض وانتشار يرقاته والخنافس فتقاوم في أحواض الحضانة برش السولار والمازوت (٢٠ لتر + ٥ لترات على الترتيب / فدان) على سطح الماء لخنق الحشرات دون تأثير على الأسماك .

تجفيف الأحواض حتى تتشقق

زريعة أسماك المبروك



حوض أقلمة الزريعة



قرص الشفافية

ويتم تخزين **البلطي** في أحواض التسمين بمعدل ١,٢ - ١,٥ أصبعية / م٢ ليعطى الفدان ١,٨ - ٢,٢ طن ، بينما في الأحواض المختلطة (مع المبروك الفضي ٢٠٠ أصبعية ، مبروك الحشائش ١٠٠ أصبعية ، مبروك كبير الرأس ٢٠٠ أصبعية ، مبروك عادى ٥٠ أصبعية إضافة إلى البورى) يعطى البلطى ٥٠٠ - ٦٠٠ كجم / فدان ، لكن بالتغذية المكثفة والتهوية الميكانيكية وبكثافة ٣ - ٤ أصبعية / م٢ مع استزراع البط (٤٠ - ٥٠ بطة صغيرة / فدان) يصل الإنتاج إلى ٥ طن سنوى وفى الإنتاج نصف المكثف فإن الحوض سعة ١٠٠م٢ بكثافة ٦٠ - ٨٠ زريعة / م٢ مع التهوية (مروحة بموتور قوة حصان) في حوض الحضانة لمدة ٤٥ يوما واستمرار التغذية تنقل بعدها إلى حوض تربية مساحته ١ - ٢ فدان بكثافة ٣ - ٥ أصبعيات / م٢ واستمرار التهوية (بمروحة بموتور قوة ٢ حصان) فيعطى الفدان ١٠ أطنان (إضافة إلى ٥٠٠ كجم أسماك أخرى خلاف البلطى). أما الإنتاج المكثف فيتم في أحواض أسمنتية مساحتها ١٠٠ م٢ بعمق ١,٢ م تتصل بمواسير مرور المياه من حوض لآخر ، وتتصل الأحواض بحوض رئيسى سعته تقريباً ٢ فدان لإمداد الأحواض الأسمنتية بالماء الفلورى (الأخضر) ويجرى صرف مياه قاع كل حوض مرتين يومياً (في الصباح الباكر وبعد الظهيرة) لطرد المخلفات ، وتستمر حركة مياة الأحواض مع استمرار تزويدها جزئياً بالمياة الخضراء الطازجة من الحوض الأم ، ويزود كل حوض أسمنتى بمروحتين بدالة هوائية قوة كل منها واحد حصان ، وتخزن الأسماك وزن ١٠٠ - ٢٠٠ جم بكثافة ٥٠ - ١٠٠ سمكة / م٢ (أى يسع الحوض حوالى ٥ - ١٠ آلاف سمكة) وتتم التغذية ٣ - ٤ مرات يومياً حتى وزن سمك ٦٠٠ جم في ٣ - ٤ شهور فيكون معدل التحويل الغذائى ١,٢ - ١,٥ ويعطى الحوض ٣ - ٤ طن / دورة أى ٦ - ٨ طن في السنة .

أما **المبروك** فيتم إنتاجه في أوربا بعد مروره على عدة أحواض على مدار ثلاثة سنوات لذا تنقسم أحواض المزرعة إلى أحواض وضع (٠,٢٥ ٪ من مساحة المزرعة) وأحواض رعاية أولى حتى ٦ أسابيع (٢,٧٥ ٪) ثم أحواض رعاية ثانية حتى أول صيف أو أول موسم نمو (١٠٪) ثم أحواض مبروك الصيفين (٢٣ ٪) وأحواض تشتيه (٣٪) وأحواض تسمين ٢ - ٣ صيف أو موسم نمو (٦٠٪) وأخيراً أحواض صيد (١٪ من جملة مساحة المزرعة) . لكنه يربى الآن بطرق مكثفة جداً . ولرعاية الفقس حتى طور الأصبعيات في حوض واحد يخزن بكثافة ٤٠ ألف / هكتار ، وتتوقف فترات التسمين ووزن التسويق على الذوق الاستهلاكى للشعوب . وتتوقف إنتاجية الأحواض على طريقة الإنتاج والتغذية الإضافية والتسميد وظروف المياة ، ولايرتبط كل تسميد بتحسن في الإنتاج ، إذ ينبغى معرفة ظروف المياة قبل تقرير تسميدها من عدمه ، فقد يؤدى التسميد إلى خفض الإنتاج ، خاصة وأن قدرة التحميل Carrying capacity للأحواض أقل ثباتاً عما هومعتقد عموماً ، إذ لا يوجد عامل بيئى يحتفظ بثباته ، فالتأثير مستمر وإنتاج كل موسم محكوم بتركيبة عوامل في ذات الموسم . وعموماً فتنمو أسماك المبروك أسرع عند فصل الجنسين عن بعضهما ، وتنمو الإناث أسرع من الذكور .

والبورى زاد إنتاجه من ٥,٦ ألف طن عام ١٩٧٩ إلى ٢٧,٢ ألف طن عام ١٩٨٨ وذلك لإنتشار

المزارع (٢٦,٩ ألف طن) . وتتغذى أصبعياته وأسماكه الكبيرة بواقع ١ ٪ من وزن السمك فى الأحواض الأرضية لاستفادتها من التسميد غير المكلف الذى يوفر لها الهوائم والطحالب والكائنات القاعية . ويخزن فقس البورى فى أحواض بمعدل ٢٥ - ٣٠ / م٢ فتنمو ببطء حتى تصل ٢ - ٤ جم وتفقد ٢٠ - ٣٠ ٪.

ويتغذى فقس البورى على العوالق النباتية والحيوانية والغطاء البيولوجى ، وأخيراً تتغذى على ما فى القاع من طحالب وفضلات مختلفة ونباتات متحللة كما تتقبل التغذية الصناعية كالتى توزع للمبروك . وخلال السنة الأولى قد يبلغ النمو ٢٠٠ - ٣٠٠ جم و ٥٥٠ م خلال السنة الثانية وذلك حسب النوع والكثافة وكمية الغذاء المتوفر طبيعياً وصناعياً . وتحت ظروف الإنتاج المكثف قد يصل النمو ٧٠٠ جم فى أول سنة وحتى ما يزيد عن ١ ك فى المناطق الاستوائية وفى البحر حسب النوع قد يصل الطول ٥٠ - ٧٠ سم .

ويتم تخزين الأصبعيات (فى المزارع مختلطة الأنواع) بمعدل ٧٠٠٠ - ١٠٠٠٠ / هكتار وفى هونج كونج قد يصل إلى ١٥ ألف / هكتار .

مراقبة وزيادة إنتاج السمك المستزرع :

يهتم الإنتاج السمكى بصور ثلاثة لإنتاج الأسماك سواء للمائدة أو لإعادة تخزينها فى أجسام الماء وهى :

١ - إنتاج كمى : ويستهدف إنتاج أقصى كمية من السمك بغض النظر عن جودتها كما فى إنتاج البلطى فى إفريقيا بنظام مجموعة الأعمار المختلفة .

٢ - إنتاج نوعى : ويستهدف انتاج كمية قصوى من الأسماك المدرجة graded بغض النظر عن بلوغ أقصى مستوى يمكن إنتاجه بل المهم تجانس حجم ووزن السمك عالى القيمة التجارية . وهذا يتأتى من رعاية كل عمر على حدة . وهذه الطريقة تنتج ثلثى وزن الإنتاج الكمى المتحصل عليه من رعاية الأعمار المختلطة .

٣ - إنتاج اقتصادى : ويستهدف إنتاج أقصى كمية من السمك عالى القيمة التجارية أو التسويقية قدر الإمكان . ووحدة الإنتاج ليس من الضرورى فى الوزن لكن فى الأسماك الفردية .

ولزيادة الإنتاج بصورة الثلاثة السابقة فهناك نظم عديدة للتحكم فى زيادة الإنتاج ، منها نظم بيولوجية وأخرى غير بيولوجية .

١ - النظم غير البيولوجية لزيادة الإنتاج :

أ - طرق صحية وفنية متبعة فى المزارع لتوفير الأوكسجين ومقاومة الأمراض والأوبئة.

ب - صيانة وتحسين الأحواض من جسور وتركيبات ومقاومة النباتات المائية (بإزالة النباتات الراقية والتسميد الذى ينتج عوالق نباتية تعيق وصول الضوء اللازم لنمو النباتات) وخدمة القاع وتطهيره.

حـ - تجيير liming وتسميد الأحواض لتوفير الظروف الصحية للحوض والسمك وتوفير الغذاء الطبيعى للسمك ومنع النباتات الراقية.

د - تغذية السمك صناعياً لزيادة إنتاجه.

٢ - طرق بيولوجية لزيادة الإنتاج :

أ - اختيار دقيق للأنواع .

ب - مراقبة تخزين السمك بالأحواض.

حـ - مراقبة حرارة وأوكسجين الأحواض .

د - تحسين التناسل والانتخاب.

هـ - خلط الأعمار والأنواع .

و - تعاقب الإنتاج على مدار السنة .

ز - ازدواج الإنتاج (حيوانى / حيوانى أو حيوانى / نباتى) فى نفس الوقت مثل السمك والبط ، الأرز والسمك ، سمك وقشريات،محار وقشريات .

ح - صيد بينى على فترات عند زيادة الكثافة لحدها الأقصى فيجرى خف الحوض لزيادة الإنتاج.

ط - مقاومة الطفيليات والأمراض والأعداء .

ى - اتباع دورة زراعية مثل زراعة البرسيم أو أى علف أخضر كل ٤ سنوات مثلاً فى حوض السمك لمكافحة امراض السمك .

الفصل الثالث
الأقفـاص Cages

الاستزراع السمكى فى أقفاص يعنى تربية الأصبيعيات حتى وزن التسويق فى حيز مغلق من جميع الجوانب ويسمح الحيز بحركة المياه إلى ومن الأقفاص. ومميزات الأقفاص :

١ ـ لا تتطلب مقننات مائية إضافية بل تستغل أى جسم مائى طبيعى عذب أو مالح.

٢ ـ لا تتطلب أراضى لإقامتها فهى أقل احتياجا لرأس المال عن الأحواض.

٣ ـ سهلة النقل من جسم إلى آخر .

٤ ـ يمكن أن يربى بها أكثرمن نوع سمكى.

٥ ـ أحد نظم الإنتاج المكثف، إذ ينتج ٥٠ ضعف ما تنتجه نفس المساحة من الأحواض الأرضية ، مع عدم الاحتياج إلى عمالة كثيرة.

٦ ـ سهولة الملاحظة (للأسماك) اليومية والرعاية والتغذية.

٧ ـ حماية الأسماك من الأعداء الطبيعية (طيور، مفترسات ، ضفادع ...) والسرقة.

٨ ـ سهولة جمع السمك وتسويقه حى مما يدر ربحا أكبر.

٩ ـ وسيلة للتحكم فى تكاثر البلطى.

١٠ ـ وسيلة لتربية السمك فى الأجسام المائية صعبة الصيد فيها لطبيعة أرضها .

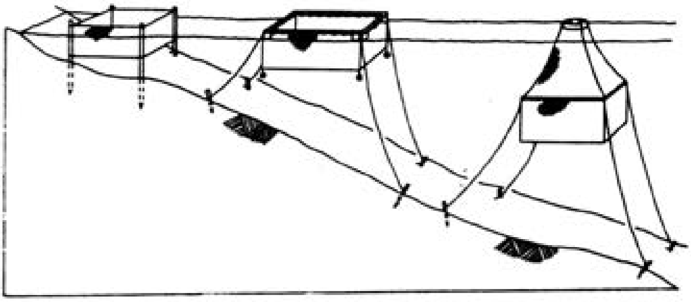
والأقفاص السمكية تتشابة مع السياجات والحظائر فهى زراعة سمك على الماء خلافا للأحواض والمجارى والحفر التى يزرع فيها السمك على الأرض ، بغض النظر عن الفروق فى المساحات والبناء بين النظم المختلفة. والأقفاص تبدأ أحجامها من ١ م٣ إلى ٥٠٠٠ م٣ وهي إحدى أرخص طرق الإنتاج المكثف للسمك، وقد تكون الأقفاص عائمة على السطح أو مثبتة على الشاطىء أو مثبتة بالقاع، والأكثر انتشارا هى الأقفاص الشبكية العائمة على السطح Surface Floating net Cages والتى يختلف شكل هياكلها ومواد صناعتها وشباكها واتساع فتحاتها ومدى احتوائها على عوامات من عدمه.

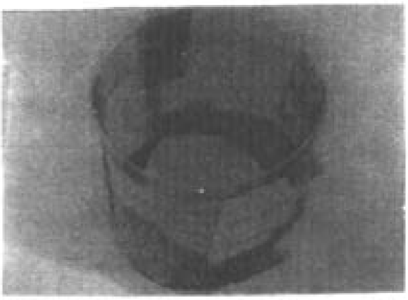
بعض نظم الأقفاص البحرية

١: قفص عائم معلق أسفل سطح الماء.

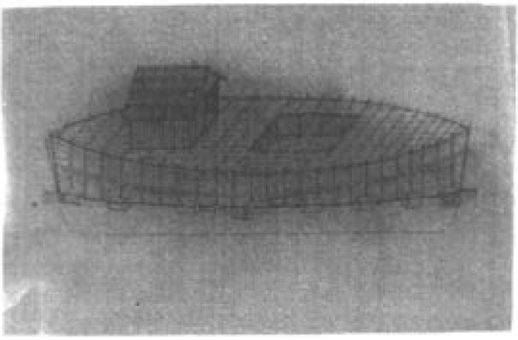
٢: قفص عائم معلق عند سطح الماء

٣: قفص ثابت مربوط لدعائم ثابتة.

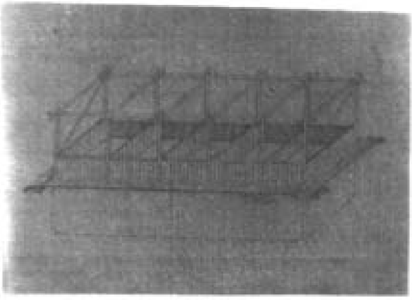




قفص تجارب ٣م٣ لاستخدامه في الماء المالح ، من أطواق فيبر جلاس وشبكة صلب مغطاه بالفينيل.

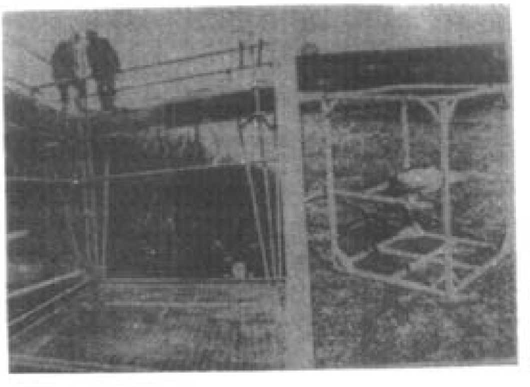


تصميم قفص أسماك تقليدى في كامبوديا على شكل قارب.

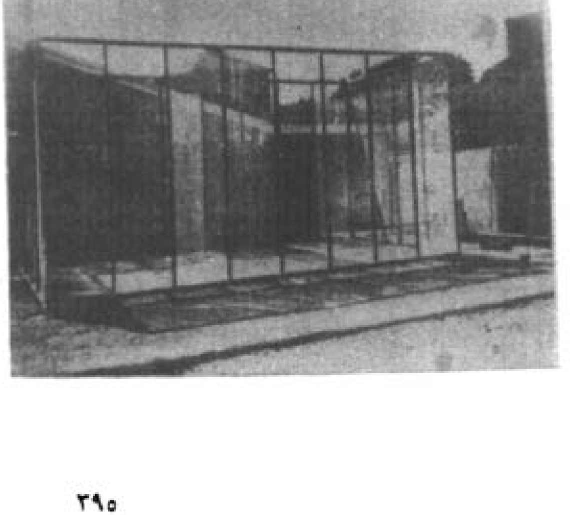


تصميم قفص أسماك تقليدى على شكل بطارية أقفاص صغيرة (من كامبوديا).

وتختلف الخامات المصنوعة منها الأقفاص حسب الخامات المتاحة ورأس المال المستثمر، فقد تكون الهياكل من الخشب الماهوجني والبامبو أو المواسير المعدنية والزوايا بعد طلائها بموانع الصدأ، ومواد الطفو تكون من المواسير البلاستيك أو الفيبر جلاس أو البراميل الفارغة بعد دهانها منها أو الاستريو فورم، شباك نايلون. وتصنع الأقفاص من هياكل (براويز) وعليها مشايات تحتها وسائل الطفو، وعلى البرواز حلقات لتثبيت الشبكة عليها بخطاطيف، وعلى جوانب الأقفاص حلقات لتثبيت الأقفاص عند منسوب ماء مناسب بالحبال والهلب، وقد يصمم غطاء للقفص من ٣ ضلف لعدم السرقة وعدم قفز السمك. والشبكة الخارجية ماج ٣٠ (أى ٣٠ عين / ٥٠ سم طولى) والشبكة الداخلية ماج ٤٠ ولتثبيت الشبكة في وضعها الطبيعي تستخدم أثقال من الحجارة أو أكياس رمل بعمق أقل من عمق الشبكة بحوالى ١٠ سم لعدم تمزيقها. ويوضع القفص على ارتفاع ٠.٥ - ٢ م من القاع لتجنب نقص الأوكجسين الحادث في هذه المنطقة لتراكم الفضلات ويجب أن يكون القفص طافيا حوالى ١٥ سم فوق سطح الماء ليسهل متابعة السمك.

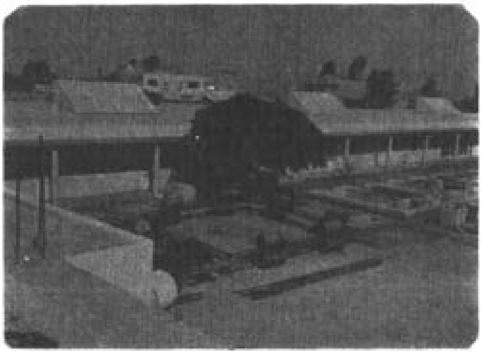


نموذج لإطارات اقفاص صلبة، على اليسار قفص ٦ × ٦ × ٦ . ٣م من مواسير مجلفنة، وعلى اليمين إطار قفص ١ × ١ × ١.٣ م من خشب الماهوجنى ذو زوايا للتقوية.

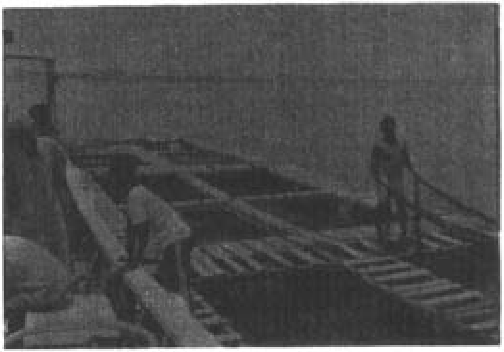


قفص ٦.٢ × ٢.٢ × ٢.٣م من خوص نحاس / نيكل ٩٠ / ١٠ ملفوفة بشبك.

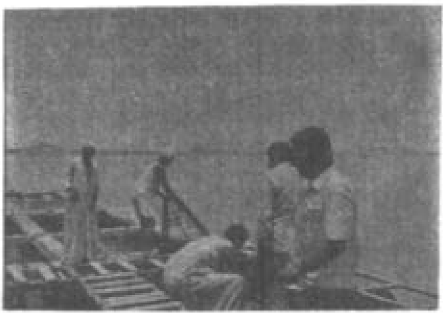
(أقفاص من البامبو ثابتة فى مجارى مائية)



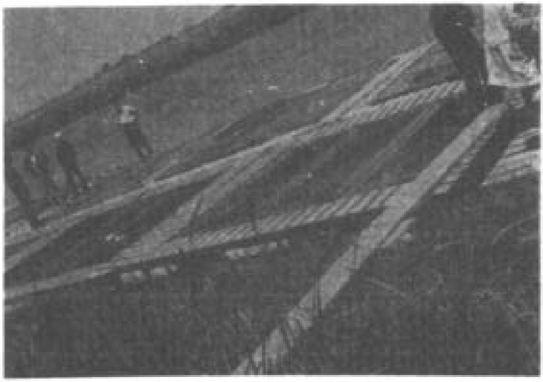
تصميم وإنشاء الأقفاص المستعملة فى عمق بحيرة السد العالى بواسطة مركز البحوث السمكية للبحيرة (الإطار وبراميل للعوم)



تجهيز الأقفاص السمكية بفرد شباكها (بحيرة السد العالى)



جمع السمك من الأقفاص الموضوعة في الماء العميقة ببحيرة السد العالي.



مزارع أقفاص سمكية مغطاة من أعلى بضلف (العباسة)

أصول زراعة الأقفاص The origins of cage culture

أول استخدام للأقفاص السمكية كان كوسيلة لحبس السمك مؤقتا حتى يتم صيد كمية كافية لعمل رحلة التسويق، أى كان كمصيدة سمك مطورة، ثم استخدام للتكاثر فى السمك، ومازال الشكل البدائى للأقفاص موجود فى مالاوى إذ يقضى الصياد عدة أيام فى الصيد قبل نقل صيده إلى أماكن تجميعها بالقوارب. كما أن صناديق السمك المستخدمة فى حفظ الجمبرى الضخم (كركد ن) lobsters تعتبر أقفاص.

ومزارع الأقفاص الحقيقية تأوى الكائنات المائية لمدة طويلة، خلالها تزيد فى الوزن ، فقد تم تطويرها كثيرا فى عديد من دول جنوب شرق أسيا. ففى كامبوديا تستخدم الأقفاص العائمة Floating cages منذ نهاية القرن الماضى. فقد زرعت أسماك رؤوس الثعبانSnakeheads والقراميط والجوبى رخامى الرأس Marble headed gobies فى أقفاص من الخشب أوالبامبو Bamboo وغذيت على مخلوط كنسه مطابخ وعفاشة سمك. وتسحب الأقفاص خلف القوارب، أو تثبت فى الجسم المائى ليكون نوعا من القوارب. وفى القرن الحالى أنتشر هذا النوع من مزارع الأقفاص لمعظم دول جنوب شرق أسيا.

وتنتشر مزارع الأقفاص المبنية من مواد طبيعية والتي تغذى فيها الأسماك طبيعيا أو على مخلفات الأعلاف فى الهند والصين الهندية وأندونيسيا وفيتنام وكمبوديا. إلا أن الأقفاص الحديثة تستخدم فيها مواد الشباك أو السلوك الشبكية المخلقة من المعادن والبلمرات المخلقة، رغم استمرار استخدام الخشب فى كثير من التصميمات. وهذه الأقفاص الحديثة بدأت فى اليابان فى أوائل الخمسينات ، ثم فى النرويج فى أول الستينيات، واسكتلندا ١٩٦٥.

اختيار موقع الأقفاص Site selection

يتوقف عليه أربحية المزرعة، إذ يؤثر على التركيبات وأسعارها، والإنتاج والنفوق. وعوامل اختيار الموقع ثلاثة وهى :

١ـ عوامل متعلقة بالظروف الطبيعية والكيماوية ، والتى تحدد إذا ما كان يحتملها نوع السمك المستزرع، وهى الحرارة ، والملوحة ، والأوكسجين، والتيارات ، وتبادل الماء ، التلوث، الغزو الطحلبى، والكائنات المرضية، والأقذار ، والعكارة.

٢ ـ عوامل متعلقة بتركيب القفص، كالعمق ووجود مظلات ، ومادة القفص، والطقس.

٣ ـ عوامل تؤثر فى استمرارية المزرعة وأربحيتها ، مثل وفرة الزريعة وموقف المزرعة من شرعيتها أو قانونيتها، واقترابها من السوق وأمانها ، واعتبارات اقتصادية واجتماعية من وفرة الغذاء والعمالة وهذه العوامل تحددها الدراسات والخبرات ، بجانب عمل دراسات مسح، وتحاليل عينات ماء، والتحدث مع المواطنين عن الظروف الجوية ومدى التلوث والتيارات السامة وغيرها.

أولاً : العوامل البيئية للكائنات المستزرعة

Environmental criteria for the cultured organisms

١ ـ جودة المياه Water Quality

أ ـ الحرارة والملوحة: Temperature and Salinity

مزرعة الأقفاص المثالية ينبغى أن يتوفر لها ماء جيد النوعية، بمعنى ألا يكون ملوثا بالنفايات الصناعية السامة كالأمونيا، والنيترات، والمعادن السامة الثقيلة، والمركبات الفينولية، بل أن يكون الماء كذلك موافق لنوع السمك المستزرع من حيث حموضته، حرارته ، أوكسچينه، وملوحته.

ويجب وضع أقفاص السمك فى الأماكن ذات درجة الحرارة المناسبة، إذ تتوقف درجة الحرارة على الموقع الجغرافى، وإمداد الماء ونوعه، تصميم النظام وغيره.

ب ـ الأوكسچين : Oxygen

تحتاج الكائنات الراقية إلى الأوكسچين لإنتاج الطاقة اللازمة للوظائف الأساسية للكائن ذاته وأنشطته، ويتوقف احتياج الأوكسچين على نوع السمك وحجمه ومرحلة نموه، وكذلك على العوامل البيئية كدرجة الحرارة. وإذا انحرف إمداد الأوكسچين عن الحد الأمثل تتأثر كل من التغذية، التحويل الغذائى ، النمو، والصحة، وإذا زاد النمو للطحالب بكثرة فيزيد الأوكسچين الذائب عن حد التشبع نهاراً بينما ينخفض عن حدالتشبع ليلا، فيكون أقصاه بعد الظهر وأدناه قبل الفجر، بفارق كبير يصل ٧ ـ ٨ أجزاء فى المليون مما يشكل ضغطا كبيرا للسمك فى المزارع عالية الإنتاجية، وخاصة فى شهور الدفء فى المناطق ذات التيارات الغذائية العالية، أو المناطق المحوطة غير المتحركة. وقد تنشأ مشاكل خطيرة من ازدهار الطحالب للتغييرات المفاجئة فى الظروف الجوية فتؤثر على الضوء والحرارة أوانعدام أحد المغذيات، وفى أثناء الهدم المتعاقب تتنفس الميكروبات وتزيل المزيد من الأوكسچين أو تسحبه كلية مما يؤدى إلى قتل السمك.

كما أن الأوكسچين الذائب يتأثر كذلك باللافقاريات الأرضية Benthos ، فقد لوحظ أن زيادة المخلفات المرتبطة بالإنتاج المكثف للسمك فى أقفاص تزيد من إزالة الأوكسچين الذائب (بواسطة عشائر اللافقاريات والميكروبات القاعية) من ماء القاع فيقل الأوكسچين الذائب من حول الأقفاص. وبالنسبة لأهمية الأوكسچين المستهلك بواسطة الفضلات المترسبة ، فما زالت الأبحاث فى بدايتها فى هذا المجال.

وتؤدى زيادة تشبع الماء بالغازات (أوكسچين ، نيتروچين) بفعل تيارات محطات القوى الحرارية إلى زيادة نفوق السمك فى عديد من الأنواع المرباه فى اقفاص قرب هذه المحطات وذلك من جراء مرض فقاقيع الغاز Gas Bubble Disease، ويفيد فى هذه الحالة تغطيس الأقفاص لخفض نسبة النفوق، اذا يقل التشبع بالغاز بمعدل ١٠ ٪ لكل متر عمق زيادة نتيجة الضغط الهيدروستاتيكى.

لذا وجب تجنب الأماكن التى تزيد فيها نمو الطحالب أو يقل فيها الأوكسچين فى فترات، ويفضل

الأماكن ذات التيار الجيد فى القاع والذى يشتت فضلات التراسيب (وإن كان ذلك لا يتوفر فى المياه الداخلية الضحلة التى تكون تياراتها عموما ضعيفة). ولا يتوقف امداد الأوكسجين لاسماك الاقفاص على تركيز الأوكسجين الذائب فقط، بل كذلك على تبادل الماء خلال شباك القفص.

جـ - درجة الحموضة : pH

إن pH الماء المالح ليس فيه مشكلة، لكن يجب العناية بالماء العذب لما يطرأ عليه من تغييرات ملموسة سواء موسمية أو يومية diurnal . وفى الإنتاج المكثف وزيادة إنتاج الهوائم النباتية التى تنتج الأوكسجين ببنائها الضوئى فتؤدى إلى رفع قيمة pH. خاصة فى الصيف وعندها تكون سمية الأمونيا مشكلة فى هذا الوقت.

د - العكارة : Turbidity

تسببها المواد الصلبة العضوية وغير العضوية المعلقة فى عمود الماء نتيجة تفتت التربة ومخلفات المناجم وتيارات الصرف والمجارى ومخلفات مصانع الورق وغيرها من المخلفات الصناعية وبعض هذه المواد الصلبة العالقة لها تأثيرات سامة (كالمعادن وأملاحها) ، وبعضها (كالمخلفات العضوية) يستنفذ الأوكسجين فى أثناء التكسير الميكروبى. والطحالب البلانكتومية مواد عضوية عالقة كذلك.

وتختلف كمية ونوعية المادة العالقة فى عمود الماء حسب حركة الماء التى تنقل وتجزىء وتحور خواص المواد الصلبة. وتترسب الجزيئات الكبيرة طبقا لكثافتها أسرع من الجزيئات الصغيرة الأقل كثافة. وتمنع تيارات الماء من ترسيب الجزيئات بل تعيد تعليق المواد المرسبة بالفعل.

لذا ينصح باختيار مواقع للأقفاص السمكية يتجنب فيها حدوث مستويات عكارة عالية، وهذا لا يمكن تجنبه فى الأنهار حيث تتواجد عدة آلاف من المليجرامات فى اللتر كجوامد عالقة تحدث فى أوقات الفيضانات. ولايغفل ان مزارع الأقفاص السمكية ذاتها تعد مصدرا للجوامد العالقة.

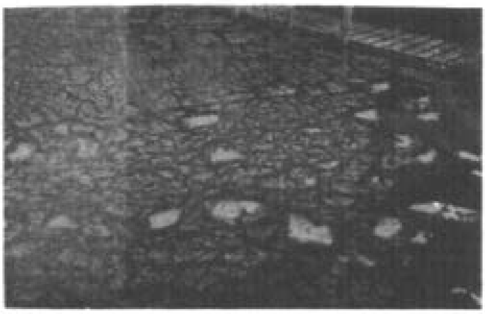
هـ - التلوث : Pollution

يقصد به إدخال الإنسان موادا أو منتجات طاقة للبيئة تسبب مخاطر لصحة الإنسان وتضر بالموارد الحية وانظمة التأثيرات البيئة ، وتتلف التركيب أو العذوبة، أو تتداخل مع الاستخدامات الصحيحة للبيئة. فبالنسبة لمزارع الأقفاص السمكية ، يمكن للتلوث أن يتلف تركيب الأقفاص، كما يضر بالسمك المستزرع أو غذائه ، أو يتراكم فى السمك للحد الذى يصبح ساماً للإنسان عند تناوله فى أكله . وتتعدد الملوثات فى البيئة المائية، وقد أحصيت فى الماء العذب بحوالى ١٥٠٠ على الأقل، وهذه تتطلب كثيرا من العينات وعديد من الطرق المعملية للتحليل للكشف عن عديد من هذه المركبات. ويجب خفض أخطار الملوثات بوضع الأقفاص السمكية بقدر الأمكان بعيدا عن المشاريع الصناعية الكبيرة. ومما يؤسف له أن تجنب التلوث من غير الممكن ، لزحف المشاريع الخاصة بمزارع الأسماك بجوار المصانع شديدة الأثر الملوث بعد المنافسة

العالمية على موارد الثروة السمكية :

٢ ـ ازدهار الهوائم النباتية Phytoplankton bloom

يشير إلى وجود وقتى لعشائر كبيرة من الطحالب الهائمة فى الماء العذب والمالح والذى يحدث عندما تسود الظروف المواتية كزيادة مستوى الإضاءة والمغذيات ودرجة حرارة الماء، وهذه التيارات الطحلبية تؤثر على السمك بإتلافها وإعاقتها للخياشيم وباستهلاكها للأوكسجين الذائب ليلا وعديد من أنواع الهوائم النباتية تكسب السمك طعما عفنا أو زنخا، وبعضها سام وقاتل لعديد من الكائنات المائية، أوتتراكم فى أنسجتها لتصبح قاتلة للإنسان عند تغذيته عليها.



(ازدهار السيانوبكتيريا فى قفص سمك مياه عذبة)

٣ ـ الأمراض Diseases

قد تكون مستوطنة قبل إنشاء المزرعة، أو قد تنتشر بعد إنشاء المزرعة ، والماء الملوث عضوياً يحتوى على مسببات الأمراض أكثر من الماء غير الملوث. فمرض الدُمل الأحمر Red-boil disease تحدثه بكتريا Vibrio parahaemolyticus التى تتواجد بوفرة فى الماء الملوث بالمجارى، ويؤدى المرض إلى نفوق حتى ٩٠ ٪ من قطيع السمك فى الأقفاص.

ومرض التسمم الدموى النزفى Haemorrhagic septicemia من أمراض المبروك المستزرع فى الماء العذب وتسببه Aeromonas punctata فى المناطق الاستوائية . فالمرض يسببه التلوث العضوى، أو التلوث بمسبب المرض ، أو كثرة الغذاء العضوى الذى تتغذى عليه كذلك مسببات الأمراض، أو قد ينتقل من الأسماك البرية المستزرعة ، أو من الطيور المائية.

لذا يجب البُعد عن الأماكن الملوثة والارتفاع بالأقفاص السمكية عن قاع الجسم المائى والبعد بها عن أماكن القواقع ، ومعالجة الصرف الصحى قبل ضخه فى المجارى المائية.

٤ – تبادل الماء Water exchange :

التبادل الجيد للماء ، أو الغسيل ، شيء أساسى لعملية الزراعة المكثفة فى أقفاص لتقليل المشاكل

التى تسببها المخلفات . وتبادل الماء يتوقف على التيارات ، رغم تعقد الصورة بتأثير الملوحة والحرارة والطبغرافية. وفى أقفاص الماء المالح فى الماء المفتوح (العميق) نسبياً لا تكون هناك مشكلة ، إذ يتجدد الماء بسرعة وبدون تحديد. لكن وضع الأقفاص فى بحيرات يعقد من تبادل الماء لمحدودية (أو عدم) حركته. وفى الماء العذب الضحل يتوقف زمن تغيير الماء أو معدل الغسيل على حجم الجسم المائى.

ويحدد زمن غسيل القفص في البحر أو البحيرة (T) بعمق القفص (D) وارتفاع المد (H) حيث أن:

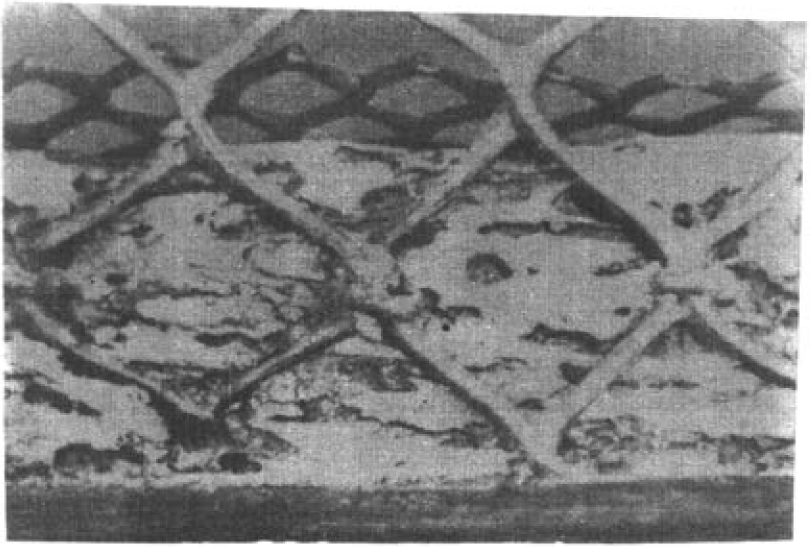
$$T = 12.5\, D/H$$

بينما في الماء العذب الضحل فإن وقت تغيير الماء أو معدل الغسيل (P) يتحدد بحجم الجسم المائى (V) وحجم الماء السنوى المار من جسم الماء (Q_0) ، حيث أن :

$$P = Q_0 / V$$

٥ ـ التلف والأوساخ Fouling

تلف الأقفاص الشبكية يقلل من حجم فتحاتها ويزيد من مساحة سطوحها، فيقل تدفق الماء خلال الأقفاص ، ويقل معد ل الإمداد بالأوكسجين ، ويقل معدل إزالة نواتج الميتابوليزم والتى تضر بالسمك. وتؤدى زيادة المقاومة لتدفق الماء إلى إتلاف الشبكة، وقلة حجم القفص، والضغط على تركيب القفص والمرسى وزيادة الوزن نتيجة الأوساخ على الشبكة تؤدى إلى تلفها وصعوبة تغييرها واستهلاك الوقت.



تلف سببته يرقات Povilla adusta فى قفص سمكى غاطس يتركب من الخشب الطرى بعد ١٣ شهراً من الغمر المستمر.

وهناك مئات النباتات والحيوانات التي تسبب التلف والأوساخ، فبعضها من الرخويات (Moluscs (Martesia striata) يمنها إتلاف الهيكل الخشبي بثقبه، وبعضها من الرخويات والطحالب وغيرها تعلق بشباك الأقفاص بعد غمسها في الماء بشهرين فقط. وتنمو مستعمرات من كائنات مختلفة على الأجزاء الشبكية من الألياف الصناعية والبامبو وبراميل الزيت أكثر من نموها على الأجزاء المجلفنة من الأقفاص.

ويتوقف حجم وانتشار المستعمرات هذه على درجة الحرارة وإنتاجية البيئة، فيزيد معدل نموها وإتلافها في المناطق الدافئة، وعند التيارات الحرارية، وفي المناطق منخفض التيارات، كما يزيد التلف والأوساخ عند انخفاض تيارات المد عن ٢٥ سم / ثانية. ويقل نمو كائنات هذه المستعمرات بالملوحة المنخفضة. وقد تزيد كائنات التلف هذه في الماء الشروب عنها في الماء المالح. وتعتبر الطحالب هي الكائنات الرئيسية المسئولية عن تلف الأقفاص في المياة العذبة ، وخاصة يزيد نموها في الأجزاء العليا من القفص لزيادة مستوى الإضاءة.

ثانياً : المقاييس البيئية للأقفاص

Environmental Criteria For Cages

١ ـ الطقس : Weather

يحدد الطقس ملاءمة جهة أو منطقة معينة لمزارع الأقفاص السمكية، من خلال تأثيرة على تركيب القفص وعلى السمك. ومن المهم خصوصاً العواصف العنيفة وظروف البرد القارص. وتنقسم عواصف خطوط العرض الأستوائية حسب شدتها الى :

أ ـ أعاصير استوائية : قوة الرياح اكبر من ١٢ (٣٣ م / ث).

ب ـ عواصف استوائية شديدة : قوة الرياح ١٠ ـ ١١ (٢٤ ـ ٣٢ م / ث).

حـ ـ عواصف استوائية متوسطة : قوة الرياح ٨ ـ ٩ (١٧ ـ ٢٣ م / ث).

د ـ انخفاضات استوائية : سرعة الرياح أقل من قوة ٨ (١٧ م / ث).

واشدها الأعاصير التي يصاحبها أمطار متدفقة، وتحدث أساسا بين خطى عرض ٥، ٣٠ °، وتسمى مسميات مختلفة باختلاف المناطق، وتعيق انتشار مزارع أقفاص السمك ، ففي الفلبين مثلا لا توجد مزارع حظائر أو أقفاص تجارية في الماء المالح لصعوبة طقس شواطئها، بينما في أماكن أخرى كاليابان تعلم مربو أسماك الأقناص أن يعيشوا في ظل هذه المشاكل ويتقبلوا الخسائر الفجائية، وقد يستخدموا حواجز لكسر الأمواج لخفض حدة المشاكل المؤدية لفقد الأقفاص وخرابها.

وتؤدى الثلوج في مناطق أخرى إلى استحالة زراعة السمك في أقفاص ، لاستمرار وجود الثلج، وبرودة الماء بشدة تميت الأسماك. وإن أفادت الأقفاص الغاطسة في أماكن باردة أخرى لتجنبها برودة الماء السطحي وتجمده.

٢ ـ حماية Shelter :

تتطلب الإنشاءات فى الماء إلى حماية من هجمات الأمواج عند تلاقى سطح الماء بالهواء . وتتعدد أنواع الأمواج باختلاف أصلها وشكلها وسرعتها، وأهما بالنسبة لأقفاص السمك هى التى تولدها الرياح. ويتوقف حجم الأمواج التى تولدها الرياح على سرعة الرياح ومدة هبوبها والمسافة فى الماء المفتوح التى تهب الرياح عبرها. وعندما تتحرك الأمواج بعيدا عن منطقة توليدها تتحور وتتلاطم. وتفقد الأمواج القصيرة طاقتها بسرعة وتموت بالتدريج لانهيار ارتفاعها تدريجيا. ويزيد ارتفاع الموج بزيادة سرعة الرياح. لذا وجب التنبؤ بخواص الأمواج فى أماكن إقامة الأقفاص، وذلك بحصر معلومات لمدد طويلة عن تكرار واتجاه الرياح السطحيةوسرعتها وذلك من محطات الأرصاء الجوية.

وتحسب سرعة الرياح المضبوطة (W) من سرعة الرياح التى تسجلها السفن بالعقدة (Ws) حيث:

$$W = 2.16\ Ws^{0.777}$$

أو تحسب بالمتر/ ث حيث (W =U) :

$$U_A = 0.71\ U^{1.23}$$

ظروف البحار من سرعة الرياح وارتفاع الأمواج :

سرعة الرياح		متوسط ارتفاع الأمواج بالمتر
عقده	م/ث	
١٠	٥,١	٠,٢٧
١٥	٧,٧	,٧٦
٢٠	١٠,٣	١,٥٢
٢٥	١٢,٩	٢,٧٤
٣٠	١٥,٤	٤,٢٧
٤٠	٢٠,٦	٨,٥٣
٥٠	٢٥,٧	١٤,٦٣

هذا ومن المهم كذلك حساب عمق الماء لأهميته فى التنبؤ بخواص الأمواج، كما يحسب ارتفاع الأمواج، ومدة الرياح، والضغط الجوى لأهميته فى حساب ارتفاع الأمواج، وذلك لتصميم الأقفاص واختيار مواقعها المقاومة لظروف الطقس.

٣ ـ التيارات : Currents

التيارات أو تبادل الماء هام لتوفير الأوكسجين وإزالة الفضلات والامداد بالغذاء فى الرعاية غير المكثفة إلا أن شدة التيارات تشكل أعباء متحركة إضافية على الأقفاص ودعاماتها ومرساها، مما يؤثر على سلوك السمك وفقدان الغذاء من المزارع المكثفة ونصف المكثفة. كما لوحظ أن ارتفاع معدل تدفق الماء يؤدى إلى تشوهات هيكلية للمبروك المربى فى أقفاص . وفى البحر المتوسط ومعظم المناطق الشاطئية فى العالم، نجد أن تيارات المد هى أهم مصادر تيارات الماء السطحى. وتيارات المد والجزر تنشأ من قوى القمر والشمس على الأرض، وأمواج المد والجزر أطوالها كبيرة جدا. ومع ارتفاع وانخفاض المد والجزر فهناك حركات أفقية للماء أو تيارات المد. وبتأثير دوران الأرض ينتج تيار مد دورانى. وتتراوح سرعة التيار فى المناطق الساحلية البحرية من صفر إلى ما يزيد عن ٢٥٠ سم / ث فى بعض المناطق كاملة التدفق. وبزيادة سرعة التيار تزيد تكاليف تركيبات الأقفاص والمراسى التى تقاوم هذه السرعة. ويزيد الإنتاج كذلك بزيادة سرعة تيار المد لإمكانية زيادة معدل التخزين. وعموما فإنه عند نقطة محددة من تلف تركيب الأقفاص التى تسبب انخفاض فى حجم تركيبات الشبكة المرنة لحد غير مقبول، وتفقد الأسماك كثير من طاقتها فيتأثر الإنتاج عكسيا. ويفضل مدى تيارات المد والجزر فى حدود ١٠ ـ ٦٠ سم / ث.

وفى الأنهار والقنوات تزرع الأسماك فى أقفاص رغم انخفاض معدل تدفق الماء، وحتى فى قنوات الرى التى لا يزيد عمقها عن ٣٥ سم وسرعة التيار فيها حوالى ١٠ سم / ث.

رغم أنه فى كثير من الأنهار الاستوائية تزيد سرعة التيار بشدة فى أثناء الفيضانات، ورغم ذلك تقاوم الأقفاص هذه الظروف.

٤ ـ العمق : Depth

ينبغى تغطية الأقفاص أو معظم ارتفاعها بالماء معظم فترة الزراعة. وانخفاض مستوى الماء يخفض من حجم القفص، ويزيد من معدل التخزين، ويخفض من جودة الماء.

وتستخدم الأقفاص الثابتة فى المناطق الضحلة من البحيرات والخزانات والأنهار، حيث لا يزيد العمق فيها عن حوالى ٨ م بينما تستخدم الأقفاص العائمة فى أى عمق للماء رغم أن تكاليف ومشاكل المرسى تزيد بزيادة العمق. وعموما يجب وضع الأقفاص على عمق كاف لتعظيم تبادل الماء، ولحفظ قاع الأقفاص خاليا من المواد. وقد يحدث تيار داخلى نتيجة حركة السمك للتغذية فتسحب الماء إلى داخل القفص، وإذا وصل قاع القفص إلى الأرض فإن ذلك يعيق تيار الماء بشدة. كما أن فى الزراعة المكثفة على الأقل تكون الفضلات تحت الأقفاص منطقة منزوعة الأوكسجين مركزة المواد السامة. وهذا يستوجب حفظ القفص بعيدا عن القاع الذى يحتوى رواسب بها كائنات حية دقيقة تسبب الأمراض ويساعد على انتشارها كبريتيد

الهيدروجين ، كغاز سام يتلف الخياشيم كذلك فى الماء العذب والمالح على حد سواء. ولتجنب ذلك وغيره من المخاطر ينصح بارتفاع الأسماك عن الرواسب بمقدار ٤ – ٥م على الأقل،وهذا غير متوفر عمليا فى الأحواض والأماكن الضحلة التى غالبا ما تزرع بالأقفاص. وفى الماء العذب يمكن اختيار الموقع ذى العمق المناسب بعمل مسح بسيط بأى من الأدوات والأجهزة كالفادن (ميزان الاستقامة) Plumb Line، أو مقياس المسافة بالصدى Echo Sounder، أو الخرائط البحرية، مع عمل حساب الانحرافات السنوية فى مستوى الماء.

٥ ـ القاع Substrate:

يتباين تركيب قشرة القاع من الصخرى إلى الطميى الناعم، وربما يكون له تأثير على اختيار تركيب القفص. ففى الماء العذب حيث تستخدم عادة الأقفاص الثابتة، يكون صعباً أو مستحيلا دفع قوائم لأرضية صلبة صخرية، لذا تفضل الأقفاص العائمة. بينما فى البحار فمن الأفضل اختيار أماكن أرضيتها صخرية، لأنها تشير إلى وجود تيار جيد، مع إنخفاض الخطورة من الفضلات، وقد تكون الأقفاص الراسية فى هذا الموقع ذات مشاكل.

ثالثا : تسهيلات وإدارة المكان Site facilities and management

١ – الاحتياجات القانونية Legal requirements

قد يسهل فى بلد إقامة مزرعة سمكية، بينما يستحيل فى بلد أخرى التفكير فى ذلك، وذلك راجع لاختلاف قوانين الزراعة المائية من بلد لآخر . فبعض البلاد تشترط استخراج تصاريح ودفع رسوم سنويا، أو الحصول على رخص تحدد الموقع والنوع والحجم وغيره، وبعض البلاد تحدد مواقع معينة لتنمية مزارع الأقفاص، وفى مصر هناك قواعد تحدد وتنظم استخدام قنوات الرى لزراعة الأقفاص ويتطلب تطوير وتنمية صناعة الزراعة المائية أن تبسط وتختصر الإجراءات القانونية اللازمة لإقامة المزارع السمكية.

٢ ـ الموقع والخدمات والتسهيلات الشاطئية
: Situation, Services and Shore Facilities

المزارع الكبيرة المكثفة تتطلب إقامة مكتب ومخزن أعلاف ومعملا ومنزلا المدير وخلافه قرب الأقفاص السمكية، فيجب اختيار مواقعها، وإمدادها بالخدمات كالماء العذب والكهرباء والتليفون والخدمة البريدية والنظافة والصرف الصحى والطرق والرعاية الطبية. والقرب من الأسواق ومصادر الغذاء تؤثر على تكاليف الإنتاج والأربحية.

٣ ـ الأمن Security

الأمن مشكلة لمزارعى أسماك الأقفاص فى كثير من دول العالم، لأن أماكن الأقفاص أماكن عامة غالبا، وليس لها مداخل محددة ، فهى معرضة للهجوم لأنها مكشوفة للسرقة والتخريب، خاصة فى المواقع القريبة من مراكز الكثافة السكانية ، ورغم اتخاذ إجراءات الأمن لحماية التركيبات، فإن أصحاب المزارع يفضلون إقامتها أينما يمكنهم ملاحظتها بأنفسهم.

٤ - الإدارة Management

وظيفة المدير هى مسئوليته عن السمك فى المزارع من يوم وصوله إلى يوم تسويقه، ومسئوليته تحقيق أفضل إنتاج ممكن من هذا النظام المتبع، وهذا يتطلب دفع النمو وخفض الفقد عن طريق :

- تخزين السمك بكثافة مناسبة مع الموقع والنوع وطرق الرعاية
- تغذية السمك بأسلوب مؤثر من حيث التكاليف
- تحقيق أفضل إمكانيات لجودة الماء فى الأقفاص.
- صيانة الأقفاص والمرسى والأدوات الإضافية.
- اختبار منتظم للقطيع لظهور علامات مرضية وإزالة النافق وعلاج المصاب.

فالإدارة مسئولة عن السمك (زريعة أو عند تسويقة) ، وعن العمالة وأمنها، وعن الموقع بأدواته ومياهه، وذلك من خلال :

أ - الإمداد بالزريعة والتخزين Seed Supply and Stocking :

رغم أنه يمكن إنتاج زريعة البلطى المحض لبيضة فى فمه mouth brooding فى الأقفاص الشبكية، فإن زريعة الأنواع المستزرعة الاخرى يجب إنتاجها فى مفرخات أرضيه أو تصاد من بيئتها الطبيعية وتنقل إلى الأقفاص.

وعند نقل المبروك من المفرخات يجب تصويمة على الأقل ٢٤ - ٤٨ ساعة قبل النقل، لتنظيف إمعائها من الغذاء ولحفظ استهلاكها من الأوكسجين وعند نقل كميات كبيرة (عشرات الآلاف) فتصوم لمد أطول . وتختبر الأسماك جيدا قبل نقلها لاستبعاد المجروح منها والضعيف وقد يجرى كذلك معالجتها من الطفيليات الخارجية.

وتشكل عملية الصيد والتداول والنقل أنواع من الضغوط على الأسماك وتؤدى إلى تلف طبيعى (إزالة القشور)، وتغييرات فى كيمياء الدم، وزيادة استهلاك الأوكسجين، ومشاكل فى التنظيم الأسموزى ، وزيادة الحساسية للأمراض. وهناك أنواع صعب نقلها مثل المبروك الفضى، لذلك توضع بأقل عدد عند نقلها . وفى الأعداد القليلة (عدة آلاف) تنقل فى أكياس بلاستيك ثلثها ماء والباقى ملىء بالأوكسجين قبل لحامها، وتستعمل أكياس مزدوجة للأمان. وقد تستخدم صناديق معزولة للنقل، تسع حتى ٣ آلاف لتر، وتنقل على جرارات أو سيارات نقل . ويجب أن تكون التانكات حوافها مستديرة لتقليل تلف الأسماك، وتتصل عادة بجهاز تهوية أو أوكسجين . وهناك تانكات سعتها ١٠ آلاف لتر أو أكبر مجهزة بتبريد وتهوية. وفى روسيا هناك عربات قطارات معدلة خصيصا لنقل الزريعة . وهناك توصيات بكثافة السمك عند نقله فى الجدول التالى :

ظروف نقل السمك مختلف الأنواع

النوع	الحجم	كثافة التخزين جم/لتر	المدة بالساعة حد أقصى	درجة الحرارة °م
القراميط	١٠٠ جم	٣٥٠ - ٦٠٠	٨ - ١٦	١٨
	١٠جم	٢٥٠ - ٤٠٠	٨ - ١٦	١٨
	٤ جم	٢٠٠ - ٣٥٠	٨ - ١٦	١٨
	٢ جم	١٥٠ - ٢٠٠	٨ - ١٦	١٨
فرخ السمك	٢٠ جم (١٠٠مم)	١٢٠	١٢	١٨ - ٣٠
واسع الفم	٥ جم (٧٥مم)	٨٠	١٢	١٨ - ٣٠
	١جم(٥٠مم)	٦٠	١٢	١٨ - ٣٠
مبروك عادى	أقل من ١٠٠جم	٢٨٠	-	٥
وكبير الرأس		٥٠	-	٣٠
مبروك فضى	أقل من ١٠٠جم	٩٠	-	٥
		٢٥	-	٢٥
بلطى بأنواعه	٠,٥ - ٢٠٠جم	١٠٠ - ٢٠٠	٢٤	٨ - ٢٨

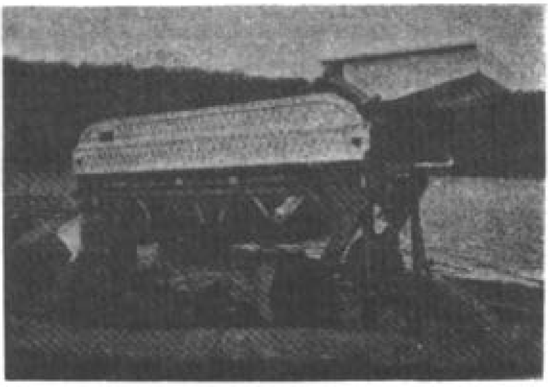
وقد يتم نقل الزريعة فى عنبر السفينة أو جسم القارب كما فى جنوب شرق آسيا، كما تحمل الزريعة فى أماكن الطعم الحى Live Bait المملوءة بالماء على مراكب الصيد حول شواطىء الصيد لنقلها إلى مزارع الأسماك القفصية بهونج كونج. وفى النرويج طورت قوارب خاصة لنقل السمك الحى(كالبكلاه) ، كما تستخدم فى نقل الزريعة للأقفاص السمكية على طول الشواطىء النرويجية. وفيها يملأ جسم القارب بالماء، ويوجد صمامات مثبتة تجاه مقدمة القارب ومؤخرته يمكن فتحها لثبات تدفق الماء فى أثناء حركة القارب، ويضبط معدل التدفق ليناسب حركة السمك. إلا أن الطقس القارص يؤثر بشدة فى نقل السمك بحريا مسببا ارتفاع نسبة النفوق. ورغم ذلك فقد يكون النقل بالقوارب أكثر انتشارا حيثما يتعذر الوصول للأقفاص بغير هذه الوسيلة كما فى اسكتلندا.

وتزيد مشاكل النقل بارتفاع درجة الحرارة والملوحة ويفضل فى البلدان الاستوائية نقل السمك ليلا ، أو تعبئة الحاويات بالثلج والنشارة الناعمة بنسبة ١ : ١ . والنقل لمسافة طويلة تزيد معه خطورة بناء فضلات ميتابوليزمية كثانى أوكسيد الكربون والأمونيا ، وزيادة عدد البكتريا لذلك طورت طرق النقل بعدة طرق منها :

١ - خفض معدل التمثيل الغذائى ، وبالتالى استهلاك الأوكسجين وإنتاج الفضلات ، وذلك بخفض الإضاءة ودرجة الحرارة.

٢ - امتصاص الأمونيا وثانى أكسيد الكربون ومراقبة النمو البكتيرى من خلال إضافة الزيوليت الطبيعى Natural Zeolite ومنظم Buffer ومضاد حيوى Antibiotic إلى وسيلة النقل.

وقبل نقل الزريعة للأقفاص يجب الحذر والحرص لضبط درجة الحرارة للسمك لتقارب البيئة الجديدة وهذه ليست مشكلة في القوارب بينما الأكياس يجب وضعها على الأقفاص لاتزان درجات الحرارة قبل خروج السمك من الأكياس إلى الأقفاص. وفي المناطق الدافئة يتم النقل للأقفاص في المساء المتأخر أو الصباح الباكر. ويجب تقليل الإمساك بالأسماك. وإذا استخدمت التانكات الكبيرة، فتحرك وتجر الأقفاص إلى أقرب شاطيء مناسب وتنقل إليها مباشرة (من خلال صمام التدفق للخارج) السمك بالماء بواسطة أنابيب خاصة تركب على الصمام. وقد تنقل الصناديق من على القارب إلى القفص . وقد تنقل الأسماك باليد أو الشبك أو بالضخ (بعد تقليل حجم الماء)، وإذا استخدمت شباك للنقل فيجب أن تكون ناعمة وعديمة العقد لتقليل التلف. وقد تعد الأسماك بالعين أو باستخدام طاولة العد.



ماكينة تدريج سمك علي سقف الأقفاص

ولا ينصح بالتغذية المباشرة عقب نقل السمك إلى الأقفاص ، وإن كان المربون لا ينتظرون بل يقذفون بالأكل للتأكد من جودة حالة اسماكهم الجديدة. وبعض الأسماك كأنواع البلطى تستشف سريعا من تداولها، ويمكن تقديم تغذية منتظمة لها بعد النقل بمدة ٣ ـ ٤ ساعات ، بينما أنواع الأسماك الأكثر حساسية للضغوط (كالسا لمونات) يفضل تركها بدون اضطراب ١٢ ـ ٢٤ ساعة قبل تغذيتها.

وتتبع كيمياء الدم عقب النقل تشير إلى أن السمك يتطلب عدة أيام ليشفى من جراحه. وخلال هذه المدة يحدث النفوق، لذا يجب تحديد مسئولية هذا الفقد وعلى من تقع إما على الممول للزريعة أو على متلقى الزريعة.

وعند تخزين السمك فى الأقفاص يتم بطريقتين :

١ ـ إما أن يخزن العدد المطلوب للإنتاج لوحدة المساحة أو الحجم، مع عمل حساب نسبة النفوق.

٢ ـ الأغلب تخزين السمك بعدد كبير لينمو ثم يفرد في أقفاص أخرى . إلا أن كثافة التخزين تؤثر على النمو وحدوث جروح ونفوق.

ب ـ الأغذية والتغذية Feeds and Feeding :

فى الزراعة السمكية فى أقفاص غير المكثفة يستخدم غذاء طبيعى، بينما فى الإنتاج المكثف ونصف المكثف تدخل التغذية كأهم مكون فى تكاليف الزراعة السمكية ، إذ يبلغ ٤٠ ـ ٦٠ ٪ فى المزارع المكثفة، ويتوقف الإنتاج والأربحية على جودة العلف وطريقة استخدامه.

وأنواع الأغذية للسمك أساسا نوعان ، إما للإنتاج المكثف أو للإنتاج نصف المكثف. والأغذية نصف المكثفة نسبيا منخفضة البروتين وتكون من مصادر محلية متوفرة بأسعار منخفضة. فالأسماك فى الإنتاج شبه المكثف هذا تتغذى طبيعيا على غذاء غنى بالبروتين، لذلك فالإضافات الغذائية تكون غنية بالكربوهيدرات والدهون لتجعل بروتين الغذاء الطبيعى للنمو بدل أستخدامه كمصدر للطاقة . وهذا النظام يوافق الأنواع السمكية آكلة الأعشاب والهوائم والفتات والكانسة. وهى توافق أساسا أنواع الماء العذب، وتنشر فى البلاد الاستوائية وشبه الاستوائية ويستخدم فيها عديد من أنواع الأعلاف منفردة أو مختلطة ويجب الحذر من احتواء بعض هذه الأعلاف على مواد طبيعية غير غذائية أو مضادات غذائية Antinutrients فتؤثر على السمك.

والأغذية المكثفة تستخدم أساساً فى الأنواع آكلة اللحوم، وإن ربيت أنواع كانسة /آكلة أعشاب كالبلطى على هذه الطريقة أحياناً عند فقر الماء فى مصادرة الطبيعية الغذائية. وفى التغذية المكثفة يجب إمداد السمك بكل احتياجاته الغذائية، بالكميات والنوعيات الصحيحة من البروتينات والدهون والكربوهيدرات والمعادن والفيتامينات. ومن هذه الأغذية مخلفات المجازر والسمك النيىء، تلي ذلك تكوين أول عليقة فى أواسط الخمسينات فى أمريكا للسالمونات، ثم فى الستينيات ظهرت العلائق الجافة وتطورت الآن لتزايد فهم الاحتياجات الغذائية وتحسين تكنولوجيا علف السمك . فيوجد الآن عدة أعلاف مركزة مختلفة. رغم أن مازال السمك الطازج أو المجمد، سواء كان مفروما أو مقطعا ، هو الغذاء الأساسى لعديد من صناعات زراعة أسماك الأقفاص الهامة مثل أسماك الذيل الأصفر وشلبه البحر فى اليابان ، ورأس الثعبان والفرخ فى تايلاند، والسالمون فى النرويج . وهناك أسباب لاستمرار هذا الغذاء فى بعض البلدان، ومنها عوامل ومشاكل اقتصادية فى تكوين العلائق وحفظ العلف وتوزيعه.

وهناك بعض المشاكل تكمن فى أن مخلفات السمك من بعض الأنواع المتوفرة كالسردين والماكريل محتواها الدهني عال عن احتياجات الأنواع المستزرعة، وبعضها يحتوى تركيز عال من إنزيم الثاميناز Thiaminase والذى إذا لم يعامل حراريا فيؤدى إلى أعراض نقص الثيامين، كما يختلف التركيب الكيميائى لمخلفات الأسماك باختلاف فصول السنة. كما أن مخلفات الأسماك عادة ما تكون غنية بالماء فيصعب نقلها، إلا للمزارع القريبة من المصايد أو المصانع. كما يتخلف عن التغذية على مخلفات السمك الكثير الذى يؤثر على جودة الماء. كما أن الأغذية الخام تعمل كمصدر للعدوى البكتيرية.

وقد تعد علائق من لحم مفروم أو مسيلج بعد خلطه مع مساحيق رابطة تحتوى على مسحوق السمك والدقيق والفيتامينات والكربوكسى ميثيل سليلوز ومواد ملونة مثل أحمر كاروفيل Carophyll Red أو مسحوق جمبرى. وإذا استخدم السمك الأبيض فيجب إضافة زيت السمك كذلك لتوفير البروتين من استخدامه كمصدر للطاقة . ويغذى على العجين الناتج بشكل رطب فى هيئة كور أو يضغط للأحجام المتطلبة. وبسبب الاختلافات الموسمية فى الجودة، ومشاكل النقل، والمشاكل المرتبطة بالتلوث، فلم يعد يستعمل الغذاء الرطب فى كثير من دول العالم إلا حيثما توفرت مخلفات السمك رخيصة أو ترفض الأسماك (الذيل الأصفر ، فرخ البحر الأحمر) التغذية على العلائق الجافة، أو لعدم وفرة العلائق الجافة فى بعض المناطق. والغذاء الرطب يتكلف أكثر فى النقل والتخزين.

ومن مزايا العلائق الجافة على علائق مخلفات السمك أو الرطبة، أنها أقل تلوثاً لثباتها أكثر فى الماء، تؤكل أكثر بواسطة معظم الأنواع المستزرعة، أكثر هضماً ، أقل احتواء على المضادات الغذائية Antinutrients للطرق التصنيعية المتبعة على المستوى التجارى، كما أن التجفيف لا يشكل زيادة كبيرة فى تكاليف العليقة (١-٢ ٪). وهناك طرق عديدة لإعداد العلائق الجافة، أبسطها الإعداد بالطرد الرطب Wet extruded لخاليط العلف التجارية ثم تجفيفها، أما على المستوى التجارى فتتوفر عمليات أعقد وتؤدى إلى نتائج افضل وجودة متجانسة للعلف.

فتعامل المكونات الغذائية أولاً لتحسين تداولها وتحبيبها، وزيادة قيمتها الغذائية، ولتحطيم المضادات الغذائية التى قد تتواجد، ثم تطحن هذه المواد وتخلط قبل تحبيبها . معظم العلائق الراسبة Sinking Dietsتطرد بإستخدام بخار منخفض الضغط، بينما الطرد مع بخار عالى الضغط قبل التحبيب ينتج علائق منخفضة الكثافة أى طافية Floating والمحببات الطافية تمكن من ملاحظة السمك (بواسطة المربين) وحالته الصحية وإقباله على الأكل، كما أنها أكثر ثباتا فى الماء.

وتفضل المحببات الراسية للأنواع السمكية التي تعتمد على وسائل اللمس لتعيين موقع غذائها (كالحفش) والأنواع المحبوسة فى أقفاص فى القاع (كالطربو أو الترس turbot). وعن استخدام المحببات الطافية أو الراسية فى تغذية أسماك الأقفاص ، مازال الأمر غير محسوم ، وإن كان مراقبة فقد العلف الطافى أسهل منها للعلف الراسى. كما أن الغذاء الطافى فى الأقفاص الصغيرة أفضل للبلطى وإن كان يفضل العلف الراسى للترس المربى في أقفاص فلا تظهر اختلافات كبيرة في أحجام السمك، إذ تجد كل الأسماك غذاءها حتى الأسماك تحت السطحية الأقل تواجداً . وإن كانت وفرة الشق الكربوهيدراتى فى الأعلاف الطافية المحببة بالبخار تزداد للحد الذى قد يؤثر على وظائف الكبد على الأقل فى التراوت. وعلى أى الحالات فكثافة العلف يحددها نوع السمك، وكثافة تخزينه، وحجم القفص.

ولا ينصح بترك أجولة العلف على مشايات الأقفاص، فتعرض للطيور التى تنقل الأمراض، وتقوم

الطيور كذلك بسكب العلف من الأجولة. والأفضل توفير أماكن لتخزين العلف، تراعي فيها ثبات جودة العلف، بالتحكم فى الرطوبة والحرارة والحشرات والقوارض والفطريات والقذارة والملوثات الأخرى، والتى تتلف العلف، وتجعله غير مقبول، ويفقد قيمته الغذائية ، بل قد يصير ساما للسمك.

وبالنسبة للسمك ومخلفاته المستخدمة فى تغذية السمك فقد تكون مجمدة أو طازجة، ويجب أختبار طزاجتها قبل تخزينها ، لأن السمك سريع التلف. ويكتفى باختبار المظهر والرائحة للحكم على جودته. وعند تخزينه يجب خفض الحرارة لبقائه صالحا للاستخدام مع عدم أكسدة دهونه ، وكلما زادت فترة التخزين كلما انخفضت درجة حرارة المخازن، ولذلك فحفظ السمك ومخلفاته بالتبريد مكلف (لأسعار التجميد) لذلك يفضل حفظة كسيلاج، وهى وسيلة أرخص من التجميد، كما أن السيلاج مقبول جدا للسمك كغذاء رطب.

وهناك عدة طرق للســيلجة ، وأكثرها انتشارا هى باستخدام الحامض . وللسيلجة تقطع الأسماك أو مخلفاتها ، ثم تخلط مع ١,٥ ٪ من حمض الكبرتيك و ١,٥ ٪ من مخلوط أحماض الفورميك والبروبيونيك ، وذلك لخفض pH السمك لأقل من ٤ ، ويضاف كذلك فى هذه المرحلة أحد مضادات الأكسدة مثل الاثوكسيكوين Ethoxyquin بمعدل ٢٥٠ جزء فى المليون . ويمكن استخدام السيلاج فى الحال، أو يخزن فى أوان بلاستيك أو تانكات سيلاج لحفظه عدة شهور . و فى أثناء التخزين يفقد الحمض الأمينى تربتوفان ، لذلك يستخدم مادة رابطة عالية التركيز من التربتوفان . ويخلط السيلاج مع مسحوق رابط يحتوى بروتين وفيتامينات ومادة ربط لتكوين محببات رطبة ثابتة فى الماء صالحة للاستخدام حتى ٣ أيام حسب ظروف التخزين ، ونسبة السيلاج للمسحوق الرابط ٦٠ : ٤٠ أو ٥٠ : ٥٠ . ويعيب التخزين بالقرب من الماء لمدة من الزمن أن تتجمع الرطوبة ، ويتكتل العلف ، مؤديا لمشاكل تفكك المحببات ، والغزو الميكروبى لذا لاينصح بإطالة فترة تخزين كميات كبيرة من العلف الجاف .

فالعلف الجاف المعبأ يحفظ فى أماكن نظيفة ، جافة ، بعيدا عن المبيدات ، والأدوية ، والمواد البترولية ، والمواد المحتوية على عناصر ثقيلة كالدهانات . وكل من الحرارة والرطوبة له عظيم الأثر على معدلات التغييرات الكيماوية الحادثة وعلى نمو الفطريات والحشرات . فالرطوبة المرتفعة تؤدى إلى سرعة تلف فيتامين (ج) ، وارتفاع كل من الرطوبة والحرارة معا يزيدا من إنتاج البيروكسيدات والتى تهدم فيتامين (هـ) والفيتامينات الذائبة فى الدهون الأخرى .

وفى معظم مزارع الأقفاص المكثفة وشبه المكثفة يتم تغذية السمك على مدار العام ، فيما خلا أوقات الطقس القارص ، ففى الجو شديد البرودة أو شديد الحرارة لاتتغذى (أو لايجب أن تتغذى) الأسماك . وفى الاتحاد السوفيتى (سابقا) حيث تشتد البرودة شتاء فيعيش المبروك العادى تحت سطح الجليد ولايتغذى حتى الربيع عند ذوبان الجليد وتركه للأقفاص ، بينما فى غرب أوربا تقف تغذية السالمون الأطلنطى مؤقتا إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ١٨° م . وفى اليابان أحيانا يخفض مستوى اقفاص الذيل

الأصفر تحت سطح البحر خلال الأعاصير ، بينما تتأقلم بعض الأقفاص لذلك تستمر تغذيتها .

وتقدم الأغذية عادة باليد فى حالة المزارع الصغيرة ، على أن تذاب الأغذية المجمدة (فضلات السمك) أولا على حرارة الغرفة أو بدفع الماء عليها ، وتقطيعها أوفرمها إذا لزم الأمر . فتحمل إلى الأقفاص فى جرادل وتنثر على السطح بجاروف . وقد توضع بلوكات السمك المجمد (مفروم السمك وبقايا الجمبرى) على سطح الماء لتستهلك الأسماك مايفكك منها أولا بأول ، وإلى أن تذاب تكون استهلكت فى نفس الوقت (عدة ساعات) .

وقد تعمل كورمن العلف الرطب للمزارع شبه المكثفة للبلطى ، بوضعها على قمة شبكة القفص وتخفض برفق الشبكة إلى الماء . والتغذية اليدوية توضح للمزارع كيف أن أسماكه جوعانة وبالتالى يضبط كميات العلف المستهلكة ، كما يمكنة تتبع الحالة الصحية للقطيع ، حيث إن الأسماك المريضة عادة ما تتوقف عن التغذية . إلا أن التغذية اليدوية لاتصلح للإنتاج المكثف (لزيادة الحاجة للعمالة) على المستوى الكبير ، كما قد تؤدى التغذية اليدوية إلى الدفع الغذائى ومايتتج عنه من قلة معدل التحويل الغذائى وزيادة الفضلات ونقص الأربحية .

وقد انتشرت الغذايات الميكانيكية (لتحل محل التغذية اليدوية) فى معظم المزارع المكثفة الكبيرة ، لأسباب اقتصادية العمالة .وهذه الغذايات منها مايعمل حسب الطلب Demand feeders ومنها مايعمل ذاتيا Automatic feeders ، والأولى أقل تكلفة وتمد السمك بالغذاء كلما تطلب على مدار اليوم ، وتحقق الغذايات حسب الطلب محصول سمك متجانس الحجم ، ذى معدل تحويل غذائى أفضل ، وإنتاج أعلى ، وتحسين خواص الماء ، وأقل مشاكل مرضية عن النظام الذاتى . البلطى والمبروك (إما معدته غير متطورة أو ليس له معدة مطلقا) تتطلب وجبات متكررة وصغيرة ، بينما الأنواع آكلة اللحوم معدتها متطورة ويمكنها تخزين الغذاء ، لذا تأكل كل ٦ – ٨ ساعات . ويتحكم الهيبوثالامس فى الشهية للأكل نتيجة استجابته لمستقبلات ممتدة فى جدر المعدة أو مقدم الأمعاء ، وربما كذلك استجابته لمستوى سكر الدم . لذلك تقل الشهية والتغذية عند امتلاء المعدة أو الطرف الأمامى للأمعاء بالأكل وتعود الشهية للأكل بمروره إلى الأمعاء أو الطرف الخلفى للأمعاء . والغذايات الذاتية تقدم كميات مضبوطة من الغذاء فى أوقات محددة سبق تحديدها بمعرفة المنتج نفسة ، وهى تصلح إما للغذاء المحبب الجاف أو للمحببات الرطبة . وتعمل هذه الغذايات إما بالبطارية ، أو بالكهرباء ، أو بالماء المضغوط ، أو بالهواء المضغوط . وتزود هذه الغذايات بخلية ضوئية للتأكد من عملها فى ضوء النهار فقط . ومن الغذايات الذاتية مايغير من فترات التغذية وكمياتها حسب درجات الحرارة والأمواج والتيارات ، أو يوقف التغذية فى الظروف غير المواتية ، وذلك لاحتوائها على كومبيوترات صغيرة . وتقوم الغذايات الميكانيكية بنثر حتى ١٥٠٠ كجم علف / ساعة على مساحات تصل أقطارها إلى ١٣ م . ورغم دقتها إلا أنها لاتراعى صحة الأسماك . وشهيتها ، علاوة على أرتفاع أسعارها

وتكاليف تشغيلها .

جـ - الإدارة الروتينية Routine management :

١ - تتبع جودة المياه :

وذلك للأسباب التالية :

أ - تجنب الفقد الحادث نتيجة التغييرات المميتة فى جودة الماء .

ب - لتقييم موقع وهيئة الأقفاص داخل الماء .

جـ - لحفظ معدل تخزين وتغذية مثالى .

د - للمساعدة فى تقييم قطعان الأقفاص تحت الضغوط ، لتجنب مايمكن أن يزيد الضغوط على السمك (كالتدريج) .

هـ - لجمع معلومات عن التغييرات طويلة الأجل فى جودة الماء ، لتقييم أى تغييرات مقترحة فى الإنتاج .

وأهم البيانات الواجب جمعها هى الأوكسچين الذائب ودرجة الحرارة وذلك بشكل يومى عند ارتفاعهما وانخفاضهما (أى فى الفجر وفى منتصف النهار فى ظروف هادئة) ، وذلك داخل وخارج الأقفاص ، وعند سطح وقاع الأقفاص (وقد يجرى التقدير من منتصف القفص للتسهيل بدلا من السطح والقاع) .

كما ينبغى إجراء تقديرات منتظمة للأزوت (أمونيا ، نيترات ، نيتريت) ، والفوسفور الذائب ، pH ، قرص سكشى Secchi disc ، مستوى الكلورفيل ، وذلك لاعطاء المزارع صورة أكثر كمالا عما يحدث فى بيئة القفص وتساعده فى الكشف عن المستويات الخطرة من السموم (أمونيا ، نيتريت) والتى تؤثر فى عملية زراعة السمك ، وتكشف عن أثر الزراعة على عشائر الطحالب (مستويات الكلوروفيل ، وقرص سكشى) . وهذه أكثر أهمية فى أوقات الحر والهدوء . وإذا كان القياس بقرص الشفافية ، pH سهلا ، فهناك كذلك محاليل وأوراق دليل سابقة التجهيز تمكن من باقى التقديرات بسهولة دون الحاجة للطرق الدقيقة الكيماوية المعملية والتى تتطلب أجهزة خاصة بجانب الكيماويات . ومتابعة حالة الماء من الأهمية بمكان فى أقفاص السمك المكثفة ، والتى تؤدى إلى محصول عال بالنسبة لحجم وطبيعة المكان .

٢ - رعاية السمك وإدارته :

تؤخذ عينات بصفة دورية من السمك لوزنها لتتبع حالة النمو فى القطيع ، لأخذ القرارات الإدارية مثل تحديد سياسات التخزين والتغذية ووقت الحصاد .

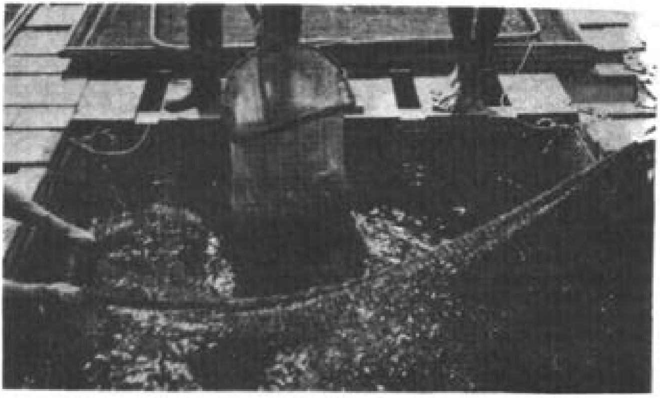
وترفع الشبكة قبل أخذ العينة ، لتركيز السمك فى حجم قليل من الماء فيسهل صيد عينة ممثلة لقطيع

القفص ، لأن السمك الذى يكون عند السطح ربما يكون أكبر من الأحجام السائدة . وتجمع العينة بشبكة غطس ، لعدها ثم نقلها إلى جردل ووزنها ، لحساب متوسط الأوزان .

بنمو السمك يزداد حجمة وبالتالى كثافة تخزينه فى القفص ، إلا إذا كان معمول حساب متوسط الأوزان عند الحصاد بداية من التخزين . وفى حالة زيادة كثافة التخزين ، تقسم الأسماك من وقت لآخر على أقفاص أخرى لحفظ ظروف النمو مثالية ، ولتقليل أخطار الأمراض . وتكرار هذا الخف يتوقف على قرار المزارع للاستفادة من الأقفاص المتاحة ، وعلى التكاليف النسبية والفوائد المتحصل عليها من إزعاج قطيعه، لأن عملية تحريك السمك فيها ضغوط على السمك ، وقد ينتج عنها وقف التغذية والنمو أو حتى نفوق بشدة خاصة فى الظروف الجوية غير المواتية . وفى أثناء عملية الخف هذه يستحسن تدريج السمك ، لأن معدل التغذية اليومية يتوقف على متوسط وزن الجسم ، فيفضل تجانس الأسماك فى القفص الواحد فى أوزانها ، وذلك لإنتاج أسماك قياسية الحجم .

وهناك طرق للتدريج أهمها بالعين المجردة ، وإن كان فى الزراعة المكثفة تستخدم الماكينات ، ومنها ماكينات التدريج الذاتية Automatic graders . ومعظم الماكينات مصممة للتعامل مع السمك أوزان ٥٠ - ٥٠٠ جم ، ويمن ضبطها لفرز ٤ - ٥ أحجام مختلفة . وتنقل الأسماك من الأقفاص لماكينات التدريج ، ومن عملية التدريج إلى أماكنها الجديدة بأستخدام مضخة السمك الحى وأنابيب . ويجرى تتبع الأمراض بانتظام ، من خلال ملاحظة السمك وسلوكه فى الأكل تحت الظروف الطبيعية دون اضطراب ، وإذا شك فى أى سلوك فيجب أخذ عينه من القفص لفحصها من حيث تغييرات فى المظهر العام (تشوهات العمود الفقرى) ، والجلد (لون ، وجود أضرار lesions مختلفة ، طفح rashes ، بقع spots أو تكتل Lumps ، مخاط بشدة) ، العيون (بروز العيون bulging ، عتامة العدسات Cloudy lens) ، الزعانف والذيل (تآكل erosion) ، وكلها علامات أحيانا ما تكون إشارات خطأ للأمراض . ورغم انتشار الأمراض ، فإن بعض حالات النفوق دائما تحدث فى مزارع السمك بدون توضيح لأسبابها . وعموما أى سمك يموت يجب إبعاده فورا لأنه ربما يكون مصدرا لعدوى أخرى كما أنه يجذب المفرسات . ولاتزال الأسماك الطافية فقط بل كذلك على الأقل مرة كل أسبوع ترفع الشباك لإزالة الأسماك الميتة على قاع القفص ، وإن كان رفع الشباك مستهلكا للوقت ويسبب ضغوطا على الأسماك وربما يؤذيها . فتسجيل الوفيات أساسى فى التحذير من الإصابة بالمرض أو انتشاره ، ويساعد على اعطاء معلومات قيمة للمزارع عن تقدم القطيع واستراتيجيات الإدارة (كثافة التخزين ، معدل التغذية وغيره) ، وهى أساسية كذلك لطلب التأمين أو الضمان . والسمك النافق يجمع ويدفن فى جير خاصة إذا شك فى انتشار مرض . وإزالة السمك الميت ليس فقط احتياط ضد انتشار المرض ، بل كذلك يخفض من فضلات الفوسفور والنيتروجين . وتطهر كل الأدوات المستخدمة فى نقل الأسماك الميتة والمريضة .

وقبل حصاد السمك يصوم يوما أو يومين لتفريغ الأمعاء وتحسين اللحم ، حيث إن امتلاء الأمعاء بالغذاء والبكتريا تسرع من انحلال وتلوث لحم السمك عند تجهيزه . وللصيد قد تُجر tow الشباك أو ترفع الشباك ميكانيكيا ، وتجذب الشباك لأعلى لتركيز السمك في حيز صغير من الماء ويصاد السمك بشباك غطس dip ntets . وقد تستخدم روافع Hoists على أرصفة ومشايات الأقفاص أو على قوارب ، وتستخدم لعمل شباك غطس كبيرة . وإذا لم توجد مشايات للأقفاص فتصاد الأسماك باليد من قارب . وفي بعض الأقفاص قد تدور وترفع من الماء ويتكوم السمك في أحد الأركان .



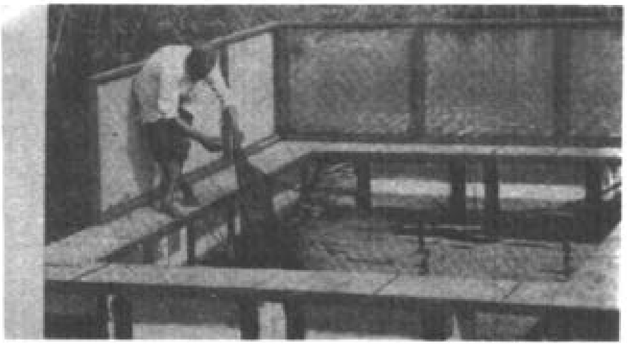
الحصاد وجمع السمك للتسويق

و يجب أن تعامل الأسماك في هذه المرحلة برفق ، لأن أى ضغوط ربما تؤدى إلى بناء ATP فى العضلات ، مما يقلل وقت صلاحية السمك ، و يسرع من تلف ، و يظهر الجلد بمنظر قبيح ملطخ ، و تظهر كدمات فى لحم السمك مما يسرع من إتلاف جودته . و قد ينقل السمك حيا إلى الأسواق و تجار الجملة والمطاعم لارتفاع أسعاره ، أو يقتل بوضعة في أوان حتى يختنق asphyxiate وفي هذه الطريقة يزداد محتوى العضلات من حمض اللاكتيك مما يسرع من عمليات الفساد . و هناك عدد من آلات قتل السمك الكهربية ، بعضها يمكنه التعامل مع حتى ٥٠٠ كجم فى نفس الوقت . و الأسماك الكبيرة القيمة عادة تقتل فرديا بالطرق على الرأ س أو بالإدماء و الإدماء أفضل ، إذ يطيل مدة صلاحية السمك ، و يحسن من مظهر و طعم السمك ، و من يعارض الذبح يدعى أن السمك يفقد ٢ ٪ من وزنه ، و أنها عملية غير إنسانية لحد ما علاوة على بطئها . و يحدث الإدماء بسكين خلف الخياشيم لقطع الأوعية الدموية ، ثم توضع الأسماك فى تانكات ذات ماء جارى بارد أو مثلج . و تترك لتدمى عدة دقائق . و قد تخدّر الأسماك قبل ذبحها بالضرب على الرأس أو بحفظها في تانكات ذات ماء غنى بثانى أوكسيد الكربون لمدة قصيرة .

و تشحن الأسماك المصادة بسرعة قدر الإمكان لضمان طزاجتها عند وصولها للمستهلك . و قد ترص الأسماك ببساطة و بينها طبقات ثلج فى صناديق معزولة . و أحيانا تجوف الأسماك و تنظف فى المزرعة قبل شحنها ، فى مزارع أخرى قد تدخن الأسماك أو تجفف أو تجمد قبل شحنها للاستهلاك .

٣ - صيانة الأقفاص و العدد :

بغض النظر للتلف الحادث بسبب العواصف و المفترسات و المواد المتراكمة و الأبحار و السرقة والتخريب ، فان كل المواد المستخدمة في بناء و تركيب الأقفاص لها عمر محدد . لذا يجب اختبار الأقفاص و الشباك و المرسي و ذلك على فترات لوجود أى علامات تلف أو تمزيق أو قطع ، لإصلاحها أو تغييرها إذا لزم الأمر ، لأن الإهمال يضع القفص و القطيع في خطر ، كما أن حياة الإنسان نفسها تكون مهددة لهذا الإهمال .



الرعاية الدورية للأقفاص

و يجب اختبار مدى سلامة الشبك في أثناء تنظيفها ، و من حين لأخر باستخدام القوارب أو مشايات القفص أو بالغطس ، أما شباك المفترسات فترفع لاختبارها . التمزقات البسيطة يمكن شبكها ، بينما التلف الأكبر يستلزم تغيير الشباك لأصلاحها على الشاطىء . و يفضل وجود شخص في المزرعة يجيد عمليات علاج و إصلاح الشباك . و تراعى مناسبة حجم فتحات الشباك مع حجم السمك فاذا كانت ضيق تعيق التبادل ، و إذا كانت متسعة تلوكها الأسماك . و تختلف المدة اللازمة لتغيير الشبكة من كل أسبوع إلى كل عام ، حسب الموقع ، و المادة المستعملة فيها ، فصل السنة ، الإدارة ، تصميم القفص .

و يتم تغيير شبكة القفص بفكها من ركنين متقاربين ، و تسحب الجانب الحر تجاه الجانب المقابل، فيتجمع السمك في جزء بسيط قرب السطح ، بشبك أحد جوانب الشبكة الجديدة إلى الركنين الحرين ، و تسحب أسفل الشبكة القديمة ، يسقط السمك برفق من الشبكة القديمة للجديدة قبل إزالة الشبكة القديمة للنظافة أو الإصلاح . و يتطلب تغيير الشبكة من ٣٠ دقيقة إلى ساعتين ، حسب ثقلها (أى درجة تلوثها و قذارتها) ، و حجم و تصميم القفص ، و الطقس .

و لتنظيف الشباك الملوثة ، تقلب الاقفاص ، لخروج الجزء القذر أعلى الماء و تعرض للهواء ، فتتركها الكائنات و تجف و تموت ، و هذا قد يتطلب حوالى أسبوع ، و قد يساعد المزارع في إزالة الأجزاء المقشرة بفرشة خشنة. و قد تكوم الشبكة القذرة و تغطى بمشمع أسود حتى تتلف الكائنات قبل تنظيفها . و يفضل البعض نقع الشبكة لجعل الأسماك النجمية و المفترسات الأخرى تزيل المحار اللاصق . و في معظم مزارع

الأقفاص عادة تعلق الشبكة أو تلقى لتجفيفها عدة أيام ، فيسهل تنظيفها . و قد تستخدم الفرش الشعر الخشنة أو العصى أو الخراطيم عالية الضغط للتخلص من المواد اللاصقة . و إذا استخدمت الطريقة الأخيرة (خراطيم عالية الضغط) فتكون على أرض خرسانة مايلة حتى يصرف الماء و الملوثات .

و قد استخدم قديما عدد من طرق التنظيف الكيماوية ، كالنقع ٢ ـ ٣ أيام فى محلول ٣ ٪ حمض فورميك مع ٩ ٪ كبريتات نحاس ، أو ٣ ساعات فى محلول هيبوكلوريت صوديوم . و هذا يسهل إزالة المحار بعد ذلك بخرطوم عالى الضغط . و لم تعد تستخدم الطرق الكيماوية لأسباب اقتصادية و لخوف المزارعين من تأثير الكيماويات على السمك . و يجب الحذر من معالجة الشباك الصناعية الحديثة ، لأنها غالية و سهلة التلف خاصة عند تنظيفها . و عموما فإن الشباك غير المستعملة يجب تخزينها بعناية تحت ظروف نظيفة وجافة. و عادة تباع شباك الأقفاص معاملة بمواد مانعة للقذر ، لذا عند شرائها يتأكد إذا ما كانت معاملة ، والايسأل عن أى المركبات ممكن استخدامها لمعالجة شباكه (بالنقع فى محاليلها ٢٤ ساعة على الأقل) قبل تخزين السمك فيها . و إذا رغب فى إعادة معاملة شباك قديمة بموانع القذر antifouling، فيجب اتباع إرشادات المنتج لأخذ الاحتياطات اللازمة قبل إعادة استخدام الشباك . و تفحص المراسى Moorings بانتظام ، خاصة عقب الأعاصير .

و **يشترط فى أسماك الأقفاص** أن تكون سريعة النمو ، و يمكنها التغذية الصناعية ، و سهلة التأقلم على ظروف الاستزراع ، مقاومة للأمراض ، زريعتها متوافرة ، ذات قيمة اقتصادية . و من هذه الأسماك البلطى بأنواعه و المبروك و القراميط و البورى و القاروص . توزن الأسماك كل أسبوعين لتعديل برنامج التغذية الصناعية (و قد يكتفى بالتغذية الطبيعة بتسميد المياة بغزارة)

و تحسب **الوجبات** اليومية للزراعة فى أقفاص عائمة ككميه علف تتطلبها الأسماك لأفضل نمو ، أى لأقصى نمو بأقل تكاليف . و غالبا ما يعبر عنها كنسبة مئوية من وزن الجسم فى اليوم . فالسمك الصغير يتطلب علفا أكثر من السمك الكبير :

زريعة (أقل من ١,٥ سم)	: حوالى ٨ ـ ١٠ ٪
إصبعيات مبكرة (١,٥ ـ ٣ سم)	: حوالى ٦ ـ ٨ ٪
إصبعيات متأخرة (٣ ـ ٥ سم)	: حوالى ٥ ـ ٦ ٪
مرحلة ما قبل البلوغ المبكرة (٥ ـ ١٠ سم)	: حوالى ٤ ـ ٥ ٪
مرحلة ما قبل البلوغ المتأخرة (١٠ ـ ٢٠ سم)	: حوالى ٣,٥ ـ ٤ ٪
مرحلة البلوغ (أكبر من ٢٠ سم)	: حوالى ٣ ـ ٣,٥ ٪

و كلما كان الماء عميقا زاد السمك طولا و وزنا ، و ينبغى ألا يقل عمق الماء عن ٧٥ سم . و تغطية القفص قد توفر الظل الذى يخفض نمو الطحالب و يشجع على التغذية الصناعية . و تختلف كثافة تخزين

السمك حسب نوعه ، فالبلطى يمكن تخزين بمعدل ٢٠٠ ـ ٥٠٠ سمكة / م٣ و الوزن الأولى للتخزين الأمثل ٢٤ كجم / م٣ يحقق أفضل نتائج ، و حجم التخزين لإصبعيات وزنها ٩ ـ ٥٥ جم تصل لوزن التسويق ٢٠٠ جم فى ٤ ـ ٦ شهور . و تحقق التغذية الصناعية إنتاجا سنويا ٣٦ ـ ٩٣ كجم / م٣ ، و إذا استخدم سمك كله ذكور فإنه يحصد ٣ مرات / سنة بإنتاج سنوى ٢٠٠ كجم / م٣ . و قد تخزن الزريعة فى الأقفاص بكثافة عالية ثم تفرد باستمرا ر فى أقفاص أخرى حتى تصل إلى ١٠٠ كجم /م٣

و تستخدم فى أقفاص البلطى شباك نيلون بدون عقد أو شباك بولى إينيلين ذات أحجام فتحات مختلفة كالتالى :

حجم السمك	الغرض	حجم فتحات الشباك مم
زريعة أقل من ١٢جم	حضانة	ا ـ ٣
إصبعيات ١٢ ـ ٣٠ جم	نمو	٤ ـ ٨
٣٠ ـ ٢٠٠ جم	نمو	١٠ ـ ٢٠
أكثر من ٢٠٠ جم	نمو	٢٠ ـ ٢٥
للتكاثر أكثر من ١٥٠ جم	تكاثر	١ ـ ٣

و تصمم أقفاص أسماك البلطى بأبعاد ٢ × ٣ × ٢,٥ م حتى ٥٠ × ٢٥ × ٥ م ، و يتم تخزينها بمعدل ١,٦ ـ ٥٠ سمكة / م ٣ ، بأحجام ١ ـ ٢١ جم ، لمدة ٣ ـ ١٠ شهور ، لتحصد فى أحجام ٧٠ ـ ٢١١٢ جم ، و قد يضاف إليه كغذاء مختلف الأعلاف (رجيع أرز ، دقيق قمح ، جمبرى ، مسحوق سمك ، مسحوق جمبرى ، علف كتاكيت تسمين) ، و قد لايضاف إليها غذاء صناعى ، و يصل إنتاج الأقفاص من البلطى فى الفلبين من هذه الطرق المختلفة (معدل تخزين ، حجم الأقفاص ، حجم الزريعة ، مدة النمو ، حجم التسويق ، نوع التغذية) ما بين ٠,٠٥ ـ ٢٠,٣ كجم / م ٣ / شهر .

و أفضل تغذية للبلطى فى الأقفاص عليقة من رجيع الأرز (٧٧ ٪) و مسحوق السمك (٢٣ ٪) ، و قد يستخدم روث الخنازير ، و زرق الدواجن ، و مسحوق لب جوز الهند ، و مخلفات المطابخ ، و مخلفات التصنيع الزراعى . و تتم التغذية بمعدل ٣ ـ ٥ ٪ من وزن الجسم يوميا ، و حسب حجم السمك . و قد تنثر الغذاء على السطح الماء ، و يرطب لعمل كور تقدم للتغذية عدة مرات فى اليوم . و فقراء المزارعين لايغذون أسماكهم إلا حينما تتوفر الأغذية بظروفها .

و القفص ٧ × ٧ × ٢,٥ م بعمق فعلى ٢ م المخزن بإصبعيات البلطى (٢٠ ـ ٣٠ جم) بمعدل ٤ ـ ٥ ألاف إصبعية فى القفص و المغذاة ٣ مرات يوميا لمدة ٤ ـ ٦ شهور ينتج ٣,٤ ـ ٥,٤ طن من محصولين سنويا. بينما المبروك (٥٠ ـ ١٠٠ جم) يخزن بمعدل ٥٠ ـ ١٥٠ سمكة / م ٣ منتجا ١٥٠ ـ ٢٠٠ كجم / م٣ / سنة فى أقفاص عائمة أو مثبتة ، الأولى سعرها معتدل و متحررة من تقلبات مستوى الماء لكنها عرضة

للتيارات القوية و الأمواج والرياح ، بينما الأقفاص المثبتة مقاومة للأمواج و التيارات ، إلا أنها مرتفعة السعر و تتأثر بالتقلبات فى مستوى المياه .

و عند تخزين القراميط (٢٥ ـ ٤٠ جم) بمعدل ٢٥٠ ـ ٣٥٠ سمكة / م ٣ كان المحصول كذلك فى حدود ١٥٠ ـ ٢٠٠ كجم / م ٣ / سنة فى المتوسط .

الفصل الرابع
حقـول الأرز

زراعة السمك فى حقول الأرز Fish cultivation in rice fields تعتبر إحدى أفضل وأكثر الطرق المنطقية لاستخدام الأرض الزراعية. وقد أجريت فى الشرق الأقصى لعدة قرون من الزمان حتى وصلت إلى درجة عالية من الكمال الفنى. ثم انتشرت إلى مدغشقر وجنوب شرق الولايات المتحدة وايطاليا وافريقيا ولرعاية السمك فى حقول الأرز أهمية كبيرة فى الإقتصاد الزراعى فى مناطق تطبيقها إذ تعمل على إنتاج البروتين الحيوانى بأسعار رخيصة خاصة وأن هذه البلدان تعانى من نقص مزمن فى البروتين الحيوانى، خاصة وأن مساحات الأرز مساحات كبيرة مما يعظم إنتاج السمك منها خاصة وأن أرض الأرز تكون بعيدة عن البحار والبحيرات ومراكز صيد السمك الأخرى. ويعمل السمك على مقاومة الحشائش والطحالب والريم والديدان الحمراء فى حقول الأرز مما يمنع منافستها للأرز فيحسن المحصول بل وكذلك القواقع والبعوض ما يحسن من محصول الأرز (ومحصول السمك) ويقاوم أمراض الملاريا والحمى الصفراء (التى تنقلها البعوض) والبلهارسيا (التى تلعب القواقع دوراً فى حياتها)، فبجانب انتاج البروتين من السمك بلا تكاليف ، فالسمك ذاته وسيلة للمقاومة البيولوجية بقضائها على الحشائش والبعوض والقواقع . ولعمق الماء فى حقول الأرز دوراً فى مكافحة الفئران . ولازدواج الزراعة (السمك فى الأرز) دوراً فى المحافظة على خصوبة التربة للتسميد غير المباشر بإخراجات السمك والأستفادة من التغذية الصناعية بما يزيد محصول الأرز بمقدار ٥ - ١٥ ٪ فيقلل من تكاليف الإنتاج ، كما يساعد السمك بحفره القاع على حرث الحقل والمساعدة فى المعدنة mineralization والتهوية .

وتختلف طرق زراعة السمك فى حقول الأرز طبقاً لاختلاف المناطق وطقسها ، واختلاف انواع السمك المستزرعة ، اختلاف نوع الأرز المزروع وطرق زراعته ، اختلاف طرق زراعة السمك وتغذيتها الصناعية وتسميد الأرض (وكذلك استخدام المبيدات فى مقاومة طفيليات الأرز). فهناك اختلافات كبيرة فى طرق الحبس والرعاية ، ففى بعض الحقول لا يخزن فيها السمك بل يحبس Capture بها السمك البرى طوال فترة غمر الحقل بالماء بينما السمك المستزرع culture يتم فيه تخزين السمك فى الحقل بنفس طريقة الاستزراع فى الأحواض السمكية. ويجب التمييز بين الإنتاج الموحد فى وقت واحد simultaneous والإنتاج المتناوب alternate وذلك بالنسبة لحصاد الأرز والسمك، ففى الحالة الأولى ينموكل من الأرز والسمك معا وهذه هى زراعة الأرز / السمك الحقيقية . بينما إذا تناوب الإنتاج فعندئذ يحصد السمك بالتناوب. ومن طرق الحصاد أن يحصد الأرز والسمك مرة فى السنة ، وطريقة أخرى ثلاثية الحصاد فى السنة مرتان للأرز مرة للسمك، وطريقة ثالثة أكثر تعقيداً تعطى خمسة محاصيل للأرز أو السمك على مدار سنتين . وتختلف الطرق كذلك حسب حجم السمك الناتج الناتج فإما ينتج إصبعيات إذا بدأنا بالفقس ، أو ينتج سمكاً للأكل إذا بدأنا بالإصبعيات، وقد يستخدم حقل الأرز كحوض للتبويض. ويجب مراعاة فترة غمر الحقول بالماء

والتي ينمو فيها السمك قبل صرف الحقول لتجفيفها لازهار ونضج الأرز، وفي هذه الفترة إما تباع الأسماك أو تخزن في أحواض لإعادتها ثانية إلى حقول الأرز مرة أخرى لرعايتها لسنوات كما يجرى في اليابان ، أو تحفر اخاديد في حقول الأرز لتلجأ إليها الأسماك وقت تجفيف الحقول كما يجرى في تايوان .

ويعامل حقل الأرز المستزرع بالسمك بنفس طريقة الاستزراع السمكي في أحواض أي يعتبر كحوض سمك مع اختلاف عمق الماء به إذ يكون ضحلاً لوجود الأرز . فيعامل الحقل بتوفير مروى ومصرف لملء الحقل بالماء وقت النمو وتجفيفه عن حصاد السمك لإنضاج الأرز ، ويحوط الحقل بالتربة لحفظ الماء به وارتفاع الجوانب ٢٥ سم ، وعرضها ٥٠ سم من اسفل و٢٥سم من اعلى ، وتحمى فتحة دخول وخروج الماء من دخول أسماك غريبة أو هروب الأسماك المستزرعة ، يجرى صرف الماء وصيد السمك بمساعدة أخاديد محفورة حول الحقل وخلاله بعرض ٥٠ سم وعمق ٣٠ سم على الأقل مع وجود أخاديد بعمق متر على الأقل تؤوى إليها الأسماك عند صرف حقل الأرز أو عند ارتفاع أو انخفاض الحرارة بشدة في أثناء حياتها. وتدفق الماء قد يحدد إنتاج السمك ففي أندونيسيا تقدر الاحتياجات المائية للسمك بمعدل ١ - ٢ لتر / ثانية / هكتار . وقد يستخدم الماء العذب وإن كان مكلفاً لكن يمكن استخدام الماء الشروب الضارب للملوحة أو الآسن brackish . وأفضل طريقة هي ضمان استمرار تدفق الماء لحقل الأرز وعلى الأقل حتى على فترات لتعويض الفقد بالتبخير والتسرب لحفظ مستوى الماء بالحقل . وفي المناطق الاستوائية منخفضة الارتفاعات ذات الأرض الفدقة والحرارة العالية ينخفض جداً مستوى الأوكسجين الذائب وتزيد الحموضة مما يحدد بشدة من اختيار الأنواع القادرة على مقاومة هذه الظروف الصعبة . وينبغي اختيار نوع الأرز الذي يتطلب ماء عميقاً ، ويقاوم حفر السمك في القاع بحثاً عن الغذاء . ويصل طول الإصبعيات ٣ - ٥ في اسابيع بينما سمك الأكل يصل ١٠٠ جم في شهرين .

وفي الإنتاج الموحد للأرز والسمك يتم تخزين الفقس (١ سم لإنتاج الإصبعيات) بمعدل ٦٠ - ١٠٠ ألف/ هكتار بينما تخزن الإصبعيات(٥ - ٨ سم لإنتاج سمك المائدة) بمعدل ٢ - ٣ ألف / هكتار. ونسبة الفقد عالية بين السمك المستزرع في حقول الأرز وتتراوح مابين ٤٠ - ٦٠ ٪ للإصبعيات و ٢٠ - ٣٠ ٪ لسمك المائدة وذلك بسبب الحيوانات المفترسة (مثل أبو قردان herons) وارتفاع درجات الحرارة خاصة مع الماء الضحل قليل الأوكسجين الذائب.

وفي حالة حبس السمك البرى في حقول الأرز فإنتاجه لايزيد عن ٤٠ كجم / هكتار/ سنة بينما الاستزراع في حقول الأرز فيتراوح الإنتاج ما بين ١٠٠ - ٢٠٠ كجم / هكتار / سنة في المتوسط ، إلا أنه في اليابان يصل الإنتاج إلى ١٠٠٠ - ١٨٠٠ كجم / هكتار / سنة بالتغذية الإضافية.

ينبغي في السمك المستزرع في حقول الأرز أن يتحمل الماء الضحل وانخفاض الأوكسجين الذائب وارتفاع الحرارة مع سرعة نموه حتى حجم التسويق ، ويقاوم الماء العكر ولا يميل إلى الهروب . ومن هذه الأنواع المستزرعة في الشرق الأقصى المبروك والبلطي الموزامبيقي ، وفي الولايات المتحدة يستزرع القراميط . وفي الماء الشروب تستزرع البلطي الموزامبيقي والبورى.

ومن بعض السلبيات الموجهة لزراعة السمك مع الأرز أنها تحتاج جسور وأخاديد بما يشغل ٥ - ٧٪ من المساحة ، (وإن كان إنتاج السمك يعوض النقص فى مساحة الأرز) ويقول البعض إن حفر السمك فى القاع يخفض من إنتاج الأرز ، كما يتطلب السمك ماء عميقاً قد لا يحتمله الأرز، وبعض الأراضى لايمكنهاحفظ الماء لمدة طويلة ، ومن أكثر العيوب انتشاراً هى عدم مقدرة استخدام الوسائل الزراعية الحديثة من ميكنة وأسمدة كيماوية ومبيدات حشائش ومبيدات حشرية، ويمكن تلاشى هذه العيوب بالزراعة المتناوبة بين السمك والأرز فيمكن استخدام مستوى الماء المناسب لكل منهما على حدة وتستخدم الوسائل الميكانيكية والمبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش فى زراعة الأرز دون الإضرار بالسمك إذ بعد حصاد الأرز يحول الحقل إلى حوض سمك مؤقت.

ومن المهم فى زراعة السمك فى حقول الأرز أن يتم تنمية أنواع أرز مقاومة للأمراض لخفض استخدام المبيدات ، وزيادة نمو الأرز عالى الإنتاجية جديد الأنواع تقلل فترة نمو السمك حوالى ٥٠ يوماً ، إذ أن أنواع الأرز العادية تتطلب ١٥٠ - ١٦٠ يوماً حتى الحصاد بينما الأنواع الجديدة تتطلب ١٠٠ - ١١٠ أيام فقط حتى الحصاد فتكون النتيجة حصاد سمك صغير الوزن ، والحل فى هذه الحالة هو نقل السمك الصغير بعد حصاد الأرز إلى أحواض رعاية .

ولقد بدأت هيئة تنمية الثروة السمكية من عام ١٩٨٣ بزراعة نحو ٥٠٠ فدان أرز بالسمك ثم ازدادت المساحة إلى ٤١١ ألف فدان عام ١٩٨٨ ، وذلك ضمن مشروعات الاستزراع السمكى غير النمطية فأنتجت عام ١٩٨٨ نحو ٢٠ ألف طن أسماك مع زيادة محصول الأرز ذاته بنسبة ١٠ ٪ . ويغل الفدان ٤٠ - ١٠٠ كجم سمك فى مصر . وتتم زراعة حقول الأرز بطريقتين حسب طريقة زراعة الأرز إما بالشتل أو البدار (مستديم).

فالمشتل مساحته عادة ١٠ ٪ من مساحة الأرز الكلية ، ويقع المشتل على رأس الحوض ، ومدة زراعة المشتل حتى ٤٥ يوماً تقريباً بعدها يفرد فى الأرض المستديمة بعد تجهيزها . وتنقل الزريعة إلى الأرض المستديمة بعد تفريد الشتلات بها وبعد إعداد زروق عرضه ٥٠ - ٧٠ سم وعمقه ٥٠ سم بطول الأرض على أحد جوانب الحوض مع وضع ناتج الحفر على ريشة واحدة (الخارجية للحوض)، ويعد عدد ٢ سرند لكل زروق حسب أبعاد الزروق ويتكون من برواز خشبى ومغطى بغزل أو سلك سعة فتحاته ٥,٠ سم أو ماج ١٠٠ (١٠٠ عين ٥٠ سم طولى) وتثبت هذه السرندات جيداً عند رأس وذيل الزروق المستخدم لرى الحوض. ويمكن تسميد الأرض بالأسمدة العضوية بمعدل ٢٠ كجم / فدان سماد بلدى أو ١٠ كجم / فدان زرق دواجن نثراً على سطح قاع الزروق. بعد أيام من رش المبيدات ورفع منسوب الماء يكون الحقل جاهزاً لاستقبال الإصبعيات بعد أقلمتها على درجة حرارة الماء وتركيبه. وعند فطام الأرز لحصاده يتم صيد الأسماك بخفض منسوب المياه تدريجياً لإتاحة الفرصة لنزول الأسماك إلى الزروق، يخفض ماء الزروق إلى ٢٥ سم ارتفاعاً ثم تصاد الأسماك بشبكة صغيرة لجرف الزروق.

وفى الزراعة بالبدار يجرى إعداد الحقل كما سبق لكن عند بدار الأرز يترك الزروق بدون بدار لتسهيل

صيد السمك وإيجاد مساحة كافية للسمك فيه، وبعد إتمام عملية البدار واستخدام مبيدات الحشائش بعشرة أيام تقريباً تكون الأرض جاهزة لاستقبال الزريعة بعد أقلمتها.

ويراعى تطهير السرندات باستمرار ، والمحافظة على منسوب مناسب للمياه فى حدود ٥ – ٧ سم ، وإذا تغير لون المياه بالزروق عن الأخضر السريسى إلى الأخضر الداكن أو الزيتونى فيجب تغيير المياه فى الحال.

وينتج البلطى فى حقول الأرز من ١٠٠ كجم إلى ٢,٢٥ طن / هكتار ، ويخزن الحقل بزريعة (١–٣سم) البلطى بمعدل ١ – ٣٠ ألف/ هكتار فيتوقف الإنتاج على حجم السمك والتغذية والتسميد . وينبغى اختيار سلالة الأرز التى تتحمل الماء العميق . ويخشى من حفر الإنباتات لعادة السمك (كالرند الى) فى أكل براعم الأرز الصغير ، وهذا يتم ملافاته بتخزين السمك بعد ٣ أسابيع من تفريد الأرز حتى تصير الإنباتات أصلب وأثبت . وللوصول إلى حجم التسويق خلال ٣ – ٤ شهور يجب البدأ بإصبعيات ٢٠ – ٥٠جم. وهذا النظام آخذ فى الإنتشار فى مصر ومدغشقر ومعظم دول إفريقيا وآسيا . والبلطى الأخضر يأكل أوراق نبات الأرز فيصير الساق عارياً ويميل فتآكله الأسماك كذلك ، لكن إذا بلغ النبات طول ١م بقمة ورقية كاملة النمو ٤٠ – ٥٠ سم فلاتهاجمه الأسماك ، وإذا وصل عمق الماء ٦٠سم لا يتوقع خطر من هذه الأسماك ، وتبدأ الأسماك فى طول ٥ – ٦ سم فى مهاجمة نبات الأرز.

وتزرع اسماك المبروك بمعدل ٤٠٠٠ زريعة / فدان لمدة ٦٥ – ٨٠ يوم فتنتج ٣٠ – ٢٤٠ كجم سمك حسب جودة الأرض وتسميدها وتغذية السمك صناعياً . ويغذى المبروك فى حقول الأرز على أوراق كاسافا ورجيع وكسب بذرة قطن وشرانق دود حرير ومخلفات آدمية وغيرها .

الفصل الخامس

الإنتاج المكثف

أسلوب لنقل وتطبيق التكنولوجيا (التقنية) الحديثة فى إنتاج السمك ، والذى يتطلب معدات وأدوات واستيعاب وتطبيق الأساليب الحديثة مع وجود السمك الصالح للتربية والعليقة المتزنة . ولما كانت الكائنات الحية المكونة للغذاء الطبيعى تعتمد لحد كبير فى نموها على درجة حرارة المياه ، فإن الإنتاج غير المكثف للأحياء المائية (الذى يعتمد على الغذاء الطبيعى) لا يوجد عملياً إلا فى حالة أسماك المياة الدافئة . إذ أن الأحواض الباردة (أقل من ١٨° م) تكون كمية الغذاء الطبيعى بها أقل كثيراً من الاستخدام الاقتصادى . لذا لاتستخدم إلا فى البلاد النامية كأفضل الوسائل لتحسين الحالة الغذائية.

بينما فى الدول الصناعية لا يستخدم غالباً إلا الإنتاج المكثف، وغالباً ما يعاد استخدام مياه المزارع اعتماداً على أن الأجسام المائية تنقى نفسها بتحلل الفضلات العضوية بواسطة الكائنات الحية ، وحديثا تستخدم الوسائل الفنية فى إعادة استخدام الماء وفى عمليات التنقية البيولوجية الطبيعية ، وذلك لتقليل المساحات المستخدمة وإحكام مراقبتها وخفض كميات المياه المتطلبة لمزارع الأسماك . إذ أن فى كثر من هذه الدول لا يوجد الماء الكافى للزراعة السمكية ، مما أدى لاستحداث اصطلاح نسبة الماء Water quotient (WQ) فى مزارع السمك وهو كمية الماء المستهلك بالمتر المكعب لإنتاج كيلو نمو فى السمك . وهذه النسبة للمبروك تتراوح ما بين ٢٠ - ١٠٠ م٣ / كجم . وقد يعبر عن هذه النسبة بالاحتياجات من الطاقة لمعاملة المياه كيلووات ساعة اللازمة لإنتاج كيلو جرام نمو سمك (KWh/Kg).

ونظراً لأن النباتات تزيد حموضة الماء ، لذا فى الإنتاج المكثف للسمك يتم فى أحواض أسمنتية أو مغطاة بالبلاستيك فلا توجد مشاكل من النباتات . وتزداد كثافة تخزين السمك إلى ١٠٠ كجم/م٣ فى صوامع ، أو ٣٠٠ كجم/ م٣ فى أقفاص ، بشرط تبديل الماء بمعدل ٥ - ١٠ مرات فى الساعة.

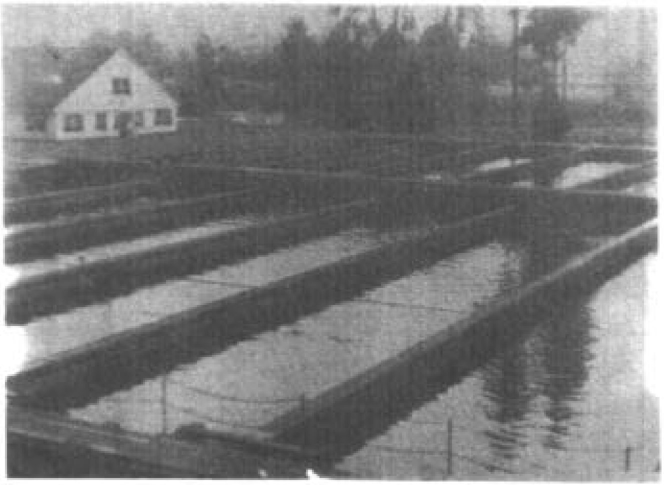
وإذا انخفض تخزين السمك إلى معدل ١٠كجم/م٣ فيكفى تغيير الماء ٢ - ٣ مرات فى اليوم فى الأحواض التقليدية . حيث إن جزءاً كبيراً من تلوث السمك للحوض يتم التخلص منه بالتنقية الذاتية self purification. بينما فى الأحواض الأسمنتية والبلاستيكية يتخلص من الإخراجات سريعاً عن طريقة الماء الخارج فى الصرف من الحوض.

وعند استخدام الماء بكثافة ، خاصة عند تهويته ، فإنه قد يمكن تطوير تلوث شديد، مما يجعل المشروع مضطراً لاتخاذ نظام مناسب من المناخل وأحواض الترسيب للتنقية للمياه قبل صرفها.

ونظراً لارتفاع كفاءة تحويل الغذاء فى الأسماك التى قد تصل لأقل من الوحدة خاصة فى الأسماك آكلة اللحوم فهذا يساعد على حفظ المياه لحد كبير خالية من الفضلات. وهناك ارتباط بين الأوكسجين المستهلك والعلف المأكول، ففى التراوت يحتاج ٢٥٠ جم أوكسجين لتحويل كيلو جرام من الغذاء.

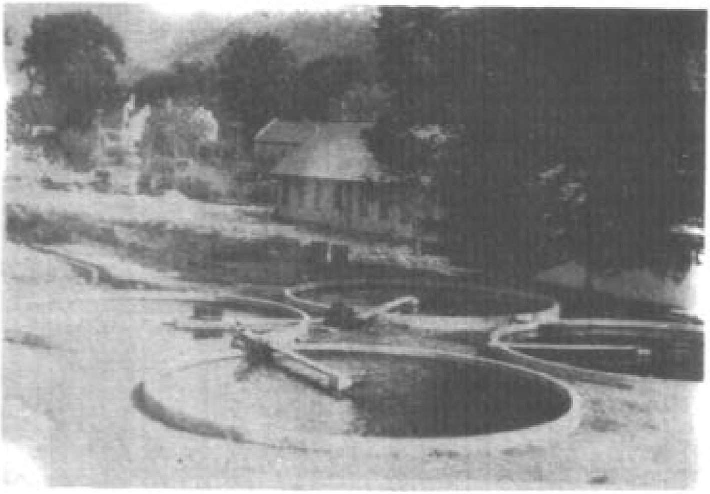
فى كثير من مناطق العالم قد لا يكون لتربية الأسماك حظ أن تصبح مصدراً وفيراً للبروتين الحيوانى الرخيص لسبب بسيط هو أن إنتاج الجملة يتطلب تكثيف الإنتاج أو مضاعفة تكثيفة لكن تكلفة ذلك تتوقف على عوامل منها الاستثمار ، وتكاليف التغذية ، وأسعار الطاقة ، وتحقيق وفورات كبيرة فالإنتاج المكثف يتطلب تغذية صناعية وزيادة الاستثمار فى توفير مرافق البنية الأساسية ومرافق الوقاية من الأمراض والخبراء وغير ذلك مما يرفع كثيراً من تكاليف الإنتاج مما يجعل المنتج ليس فى متناول الفئات المعوزة.

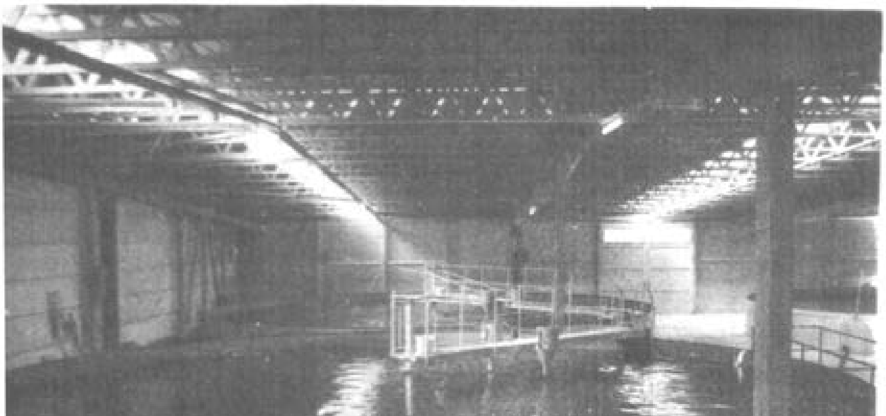
حوض تسمين خرسانى



مجارى
(أحواض)
تسمين خرسانية
مستطيلة

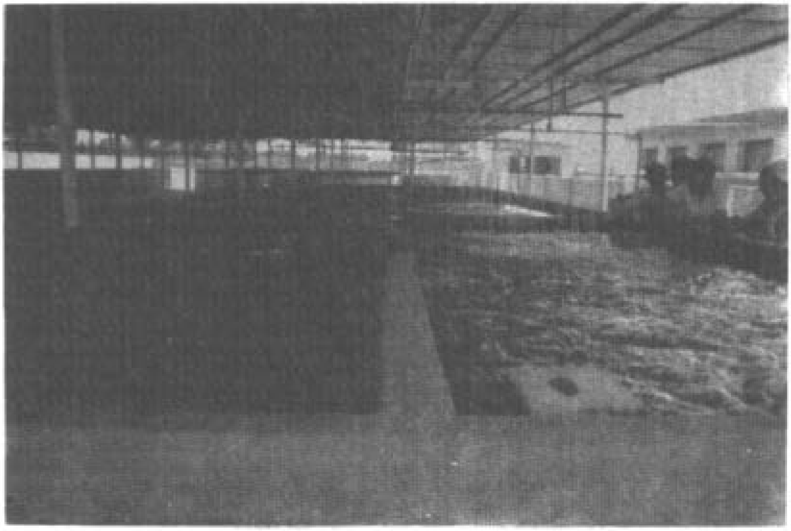
أحواض
خرسانية
مستديرة
والتغذية
الصناعية





مزرعة سمك نظام الإنتاج المكثف والتغذية الأتوماتيك

مزرعة سمكية
للإنتاج المكثف



التغذية اليدوية
فى مزرعة
إنتاج مكثف
لأسماك

الفصل السادس

الصيد

يعد صيد السمك Fishing من أقدم الأعمال التى امتهنها الإنسان المصرى القديم فى عصر ما قبل الأسرات، أى يرجع ذلك لأكثر من أربعة آلاف عام مضت، ولقد نقلت لنا البرديات والرسوم والنقوش التى مازالت على جدران المعابد والمقابر الأثرية مدى تقدم المصرى القديم فى عمليات الصيد، وصناعة أدواته بدقة منقطعة النظير ، فقد صنع القوارب الخفيفة باستخدام نبات البردى والألياف النباتية المختلفة وسيقان الغاب وعمل حبال الصيد وقصباته وغزل شباكه بأنواعها المختلفة لكى تلائم صيد الأسماك المختلفة، كما ابتكر أنواع مختلفة من المصايد والجوابى والسدود والحراب والسنانير ، بل لقد استزرع السمك فى مزارع صناعية من قبل الميلاد بحوالى الفى عام . وليس أدل على أهمية الأسماك من أن بعض الأوانى الخزفية والفخارية كانت تشكل على هيئة أسماك ، كما أدخلت الأسماك فى الكتابة بالهيروغلوفية كمقاطع من الكلمات، وترمز الأسماك للرزق والخير فى الأحلام.

ويرجع تاريخ علم المصايد Fisheries Science للنصف الثانى من القرن التاسع عشر حيث كانت حالة مصايد الأسماك ، خاصة سمك موسى من بحر الشمال سيئة ، من حيث إن عملية الصيد لا تعود بكم كبير ويحتاج الصيد لمجهود كبير كما انخفض متوسط وزن السمك وكلها علامات لما يسمى اليوم بالإفراط فى الصيد Over fishing . وبداية دراسة الأسباب المؤدية لذلك والعمل على حلها بدأ فى المملكة المتحدة وهذه هى بداية مولد علم المصايد الحديث.

وطبقاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة فإن قطاع صغار الصيادين يسهم مساهمة قيمة فى توفير الإمدادات الغذائية فى العالم ، إذ ينتج حوالى ٢٥ ٪ من الصيد العالمى أو ٣٥ ٪ من مجموع الأسماك المخصصة للاستهلاك الآدمى المباشر. وعلى الرغم من المساهمة الهامة لقطاع صغار الصيادين فى تعزيز الأمن الغذائى العالمى ، فإن الصيادين يعتبرون من أشد الفئات فقراً وحرماناً لتذبذب حجم إنتاجهم.

وقد يعتمد صيد السمك على القنص hunt والالتقاط باليد hand picking والجمع أو اللم gathering وبالأقدام feet وبالتصفية bailing out والغرف. وتساعد الحيوانات فى الصيد كالخيول والكلاب والطيور وكلاب البحر والأخطبوط. كما يستخدم أحداث الذهول stupefying للصيد وذلك إما ميكانيكياً أو بالديناميت أو بالسم أو بالكيماويات الصناعية أو بسحب الأوكسجين للاختناق أو بالكهرباء.

كما يتم الصيد بالرماح والأقواس والسهام والحراب والأثقال والأمشاط وبنادق الصدمات والصيد بالبنادق وبالسلال والتحويط أو الحجز و باستخدام السم. وقد تكون آلات الصيد بالدفع أو كالزرجينة أو

الملقط أو الكباشة أو الجرافة أو بوبينة والصنارة والغزل. وقد يستخدم عنصر الجذب كالإغراء بالضوء أو الكيماويات أو بالجنس أو بالطعم ، أو يستخدم الظل الطبيعى أو الصناعى ، أو بالصوت أو بالروائح وقد يستخدم الغربلة فى الصيد ، أو الشرك بأنواعه.

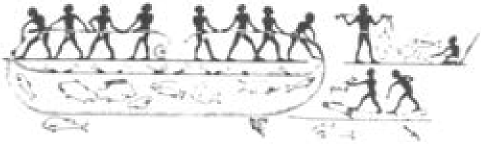
ونشأت الشباك بأنواعها من جرافات dredges وطراحات seines وشبك التحويط surrounding nets وشباك الرفع liftnets وشباك الرمى cast nets وشباك الخياشيم gillnets وشباك العرقلة entangling nets والإعاقة trammelnets .

فقد استبدلت أدوات صيد الحيوانات العالمية (والتى تصيد اسماك منفردة) بأدوات صيد سمك متخصصة (لصيد عشائر سمك كبيرة بطريقة اقتصادية)، وحلت الشباك محل الأدوات الخشبية ، وقلت العمالة اللازمة للصيد بميكنة عملية الصيد مما ساعد على الصيد من الماء العميقة بدلاً من المياة الضحلة، كما أمكن انتشار الصيد لمناطق بعيدة عن الشواطىء ، ودخلت الأدوات الإلكترونية للبحث عن السمك وصيده. وبإدخال آلية وذاتية البحث عن السمك وصيده وتصنيعه يكون النجاح الأمثل فى المناطق الإقتصادية .

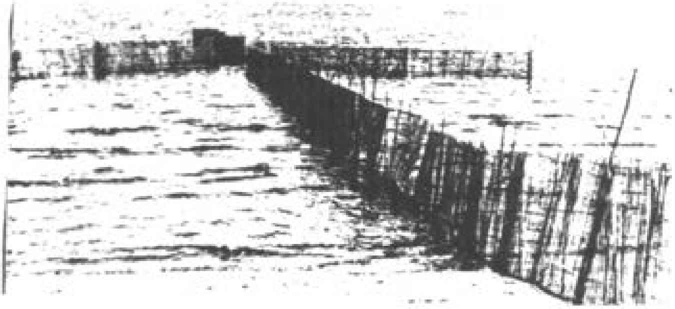
وهناك صيد بدون شباك كالصيد بالتيار الكهربائى أو الجذب بالصوت أو حتى بالرائحة (الشم) والسحب بالهواء suction pumping. ففى صيد السردين تجذب بالضوء الكهربى ثم تفقد وعيها بالتيار الكهربى ثم تسحب بالهواء فى أنابيب إلى السفن. وباستثناء السم فكل الطرق الأخرى للصيد بغرض الاستهلاك الشخصى.

وإدخال الشباك مكن من الزيادة المعنوية فى محصول السمك تكفى لإطعام العشائر المتزايدة . فالطراحات casting nets تستخدم فى المناطق الضحلة الخالية من الفروع والأشجار المتساقطة لصيد القراميط وتستخدم شباك الطرح المستديرة round - haul seines (بارتفاع ١٠ م وطول ١٠٠ م) فى المياة المفتوحة وخاصة فى مصبات الأنهار وتستخدم الشبك الخيشومى gill nets عادة فى البحيرات والماء الساكن .

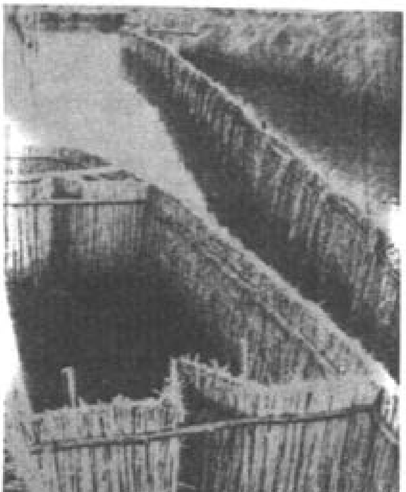
ويعتمد الصيد أساساً على عناصر مختلفة كالمفاجأة (سهام ، حراب ، ملاقف) والإغراء (سنار مطعوم) والتخدير (ديناميت ، سموم ، كهرباء) والتحويط والتصفية والتلعبك والتغطية والاحتواء بالشباك المختلفة. وصيد السمك يتوقف على الموسم لحد كبير بالنسبة لبعض الأنواع ، وعلى مدار العام لأنواع أخرى.



فى إحدى القرى المصرية القريبة من نهر النيل منذ عام ٢٥٠٠ ق.م. يصيد الفلاح السمك ويعده للطعام بينما القائد فخور بإجادته الصيد بالرمح



شرك سياجى للصيد



حيز صيد مصنوع من القاب

قد يتم صيد السمك جزئياً بجمع الأفراد التى تصل حجم التسويق من بين العشيرة المتباينة الأعمار وتسمى هذه الطريقة بالخف skimming وهى لا تستلزم تكرار صرف مياة الحوض إلا فى النهاية لحصاد آخر جزء من العشيرة ، وهى تحافظ على خصوبة الحوض بالتالى وتغل كمية سمك تعادل ما يمكن الحصول عليه من تكرار تخزين السمك وحصاده، وهذه الطريقة تصلح للأنواع التى لا تتكاثر لكن تختلف فى معدل نموها كالمبروك العادى والمبروك الفضى.

وتصادر الأسماك بالسنارة أو الشبكة (طراحة) من الحواشات. والحصاد من الأحواض يكون بتصفيتها وهنا قد يفقد بعض السمك فى الطين خاصة إذا كانت الأحواض عالية الترسيب. وقد يصاد السمك بصناديق صيد مثبتة على قناة الصرف . وقد يتم الصيد بالشباك التى لا يمكن صرفها وعادة تستخدم شباك الخياشيم gill nets أو شباك الجر drag net وإذا كان المراد استبقاء القليل فيمكن الصيد كهربياً electrofishing فيكون أكفأ مع أقل تلف وذلك باستخدام تيار كهربى منخفض التردد (٥٠ - ١٠٠ ذبذبة) . وهناك صيد بالمتفجرات أو بالسموم النباتية.

يستخدم السم كوسيلة للصيد فى عديد من بقاع العالم وخاصة فى غرب إفريقيا كوسيلة شائعة عملياً، وتزرع لهذا الغرض أنواع نباتات تزيد عن الخمسين نوع فى غرب إفريقيا تستخدم كسم للسمك فى المساحات الصغيرة. فتزرع نباتات Tephrosia vogelii كشجيرات صغيرة على المزارع ، وتستخدم أوراقها وأغصانها بعد عصرها ، ويجهز مخلوط من هذا النبات وينثر على سطح الحوض عند انخفاض حجم الماء ومعدل تدفقه وعند ذلك يتركز السمك وتكون المياة دافئة . والمادة المؤثرة فى النبات هى مادة تغروزين tephrosin التى تضر بالخياشيم فلا تستطيع الأسماك التنفس فتظهر الأسماك بسرعة على السطح فى خلال دقائق قليلة فيتم صيدها وجمعها. وهناك نبات آخر له نفس التأثير هو Mundulea sericea.

صيد السمك من الحوض :

يتم الصيد بتجفيف الحوض أى تفريغه أو بدون تجفيفه . ولتجنب الفقد فى الصيد والتدريج والتداول يجب إتباع الاحتياطات التالية :

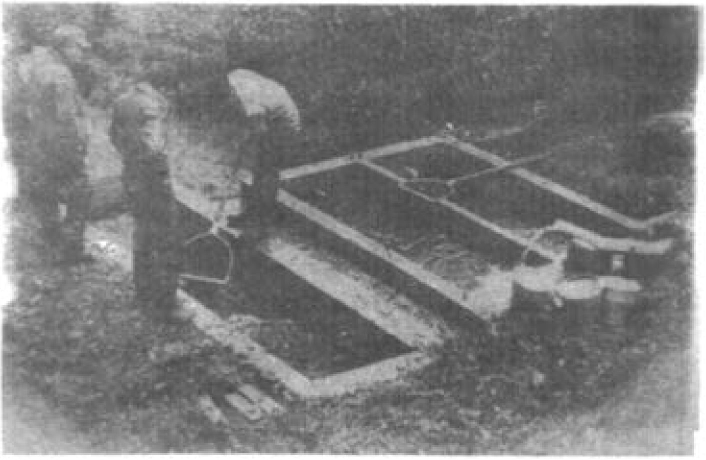
١ - منع التغذية قبل تفريغ الحوض بمدة ٢ - ٣ أيام.

٢ - يتم الحصاد والجو بارد خاصة فى الصباح فيما عدا إذا كان الجو مغيماً أو ممطراً ، ولا يتم الحصاد والجو رعد.

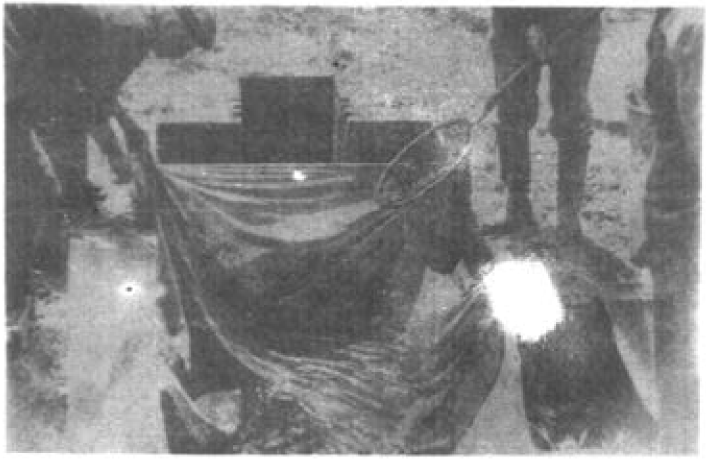
٣ - ضرورة تدريج السمك مع تجنب إطالة النقل.

٤ - لا يكوم السمك فى شباك و أوانى نقل خاصة السمك الصغير .

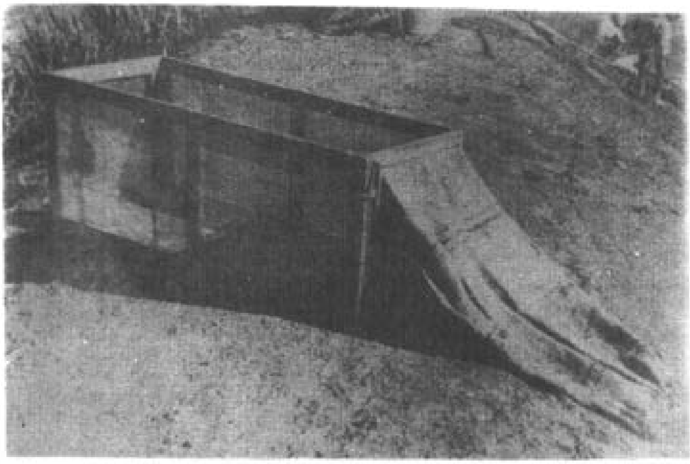
ويتم الحصاد في الخريف والربيع أو عند حاجة الأسواق وغالباً لا تفرغ الأحواض في موسم الحر. ويجب تجنب الصقيع لخطورته على السمك والإضرار بجلده . وعند صرف الحوض فيكون ذلك بانتظام وبطء حتى تتبع الأسماك الماء ولا تخلف على النباتات وتدفن في الطين وتفقد . لذلك يستمر صرف الأحواض الكبيرة عدة أيام أو عدة أسابيع ، ويتم جمع السمك في أثناء صرف الحوض بعناية فائقه لضمان سلامة حالته سواء من أمام المصرف أو من الحوض ذاته. وإذا لم تنقل الأسماك مباشرة بل ستبقى لحين بيعها أو إعادة تخزينها لذلك تنقل إلى تانكات تخزين على جانب أو بقرب مكان صيدها . وتغذى هذه التانكات بماء نظيف ولسهولة إزالة السمك من هذه التانكات يجب تجهيزها مسبقاً بشباك تعليق. فتنظف الأسماك نفسها في هذه التانكات وتتخلص من الطين الذى يغطيها ويوجد في خياشيمها . ويتم الصيد بدون تجفيف الحوض باستخدام الشباك المختلفة (شباك جرف scoop nets ، شباك فخ trap nets ، شباك رمى cast nets، الطراحة seine وغيرها).



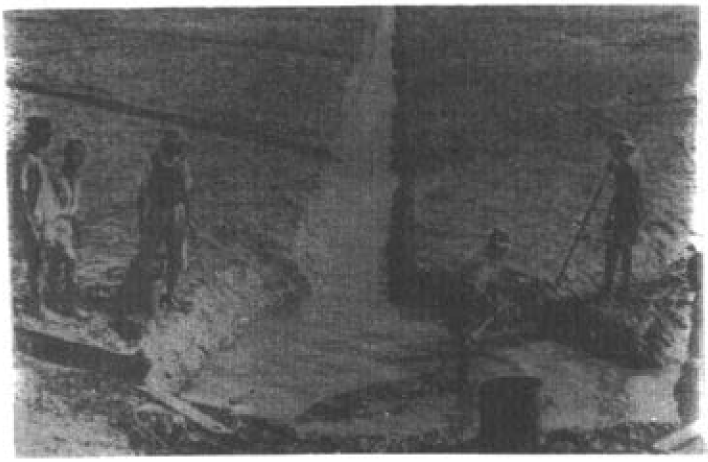
صيد السمك خلف الهويس في حوض صغير على اليسار، وعلى اليمين حوضين تخزين لحفظ السمك عند تفريغ الأحواض



حصاد السمك بشبكة خلف الهويس



صندوق صيد لحصاد السمك خلف الهويس للأحواض الصغيرة



صيد السمك أمام فتحة الصرف فى حيز بأرضية أسمنت مستواه أعلى قليلاً من ماسورة الصرف

طريقة بدائية
لصرف الحوض
وحصاد السمك في
ماء بطيء

صيد جزئي في
حوض بمناورة
بشبكة طراحة

ولقد صُنِّفت أنواع شباك الصيد الرئيسية كالتالى :

١ - شباك تحويط (بحبل للزّم Surrounding Nets with Purse lines أو بدون حبل للزّم)

٢ - شباك طرّاحة Seine Nets للشاطىء أو باستخدام قارب .

٣ - شباك جرافة Trawl Nets كجرافات القاع وجرافات الماء المتوسط.

٤ - شباك منكاشة (كراكة)Dredges يدوية أو بالقارب.

٥ - شباك رافعة Lift Nets يدوية أو بالقارب أو بالسفن.

٦ - شباك ساقطة Falling gear

٧ - شباك خياشيم Gillnets وشباك عرقلة Entangling ذات هلب أو جرف أو تطويق أو ثابتة أو عرقلة.

٨ - شباك مصيدة (جوبى)Traps (شباك ثابتة مدقوقة، مصفاة ، مطوية ، هوائية ، حاجزة ، سياجية، حقيبية).

٩ - صنارات وحبال Hooks & Lines (يدوية ، بقوائم خشبية ، وبقوارب آلية ، مجموعة حبال طويلة ، حبال طويلة).

١٠ - كُلابات Grappling

١١ - أدوات الحصاد Harvesting Gear (مضخات ، جرافات ميكانيكية).

وتكنولوجيا الصيد هى نظام يرتبط بدراسة وتطوير وتطبيق العلوم الطبيعية والتكولوجيا لجعل الصيد وعملياته على أمثل وجه، فهى بحث تطبيقى وتطوير يخدم أغراضا عملية ومقياس النجاح أو الفشل هو درجة المكسب والمنفعة .

وتشمل تكنولوجيا الصيد :

١ - وسائل مباشرة للصيد (آلات ومواد ، موقع الصيد من حجمه وخلافه ، طرق الصيد)

٢ - وسائل غير مباشرة للصيد (اكتشاف السمك ، موقع قطيع السمك ، دراسة سلوك السمك)

٣ - تعريف وتطوير مصايد جديدة.

٤ - تداخلات مع نظم أخرى (تكنولوجيا نسيج ، هيدروديناميكا، هندسة ميكانيكية ، هندسة معمارية بحرية ، هندسة كهربية والكترونية ، بيولوجيا أسماك، تصوير بحرى، سمع بحرى، علم التقلبات الجوية ، تكنولوجيا السمك ، تسويق ، اقتصاديات مصايد ، مواضيع اجتماعية).

٥ - الأهداف والمسئوليات (زيادة الإنتاج بالتحسين الفنى والتطوير للمصايد والصيادين ، استغلال علم المصايد، وظائف إرشادية، تدريب وعروض).

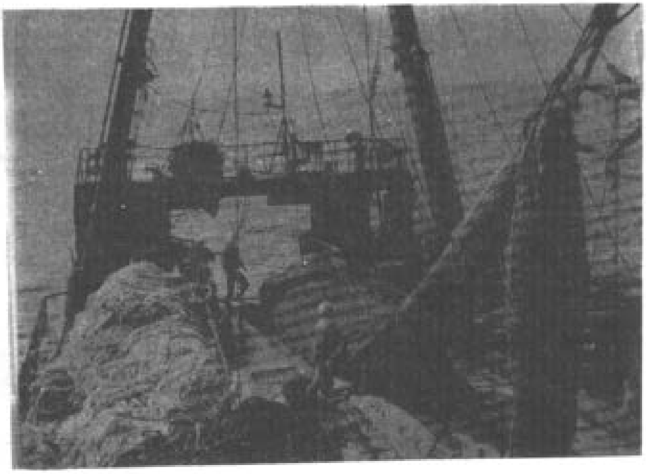
وهناك تداخلات كثيرة فيما بين الصيد والأنظمة العلمية والفنية الأخرى . وتشمل تكنولوجيا الصيد أدوات الصيد ومواده ، موقع الصيد وحجمه ، طرق الصيد وعملياته ، سلوك السمك ، اكتشاف السمك وموقعه ، تعريف وتطوير المصايد الجديدة . بينما الأنظمة المرتبطة به فتشمل تكنولجيا النسيج ، ديناميكا بحرية ، هندسة ميكانيكا وهندسة بناء بحرى، هندسة كهربية والكترونية ، بيولوجيا مصايد ، رسم بحرى ، أصوات بحرية ، أرصاد جوية ، تكنولجيا سمك ، تسويق ، اقتصاديات مصايد.

البحار المؤهل يجب أن يستطيع عقد الشبكة وإصلاحها فقد تعلم ذلك

ويستخدم مقياس المسافات بصدى الصوت Echosounder فى المساعدة على الصيد الأفضل، فهو جهاز لا يصيد السمك لكنه يساعد فى الصيد أكثر بأنواع الشباك المختلفة والصنار ، وتقوم نظريته على تحويل موجه كهربائية إلى صوتية وتركيزها واستقبال صداها وتكبيرها وتسجيلها . وبعض هذه الأجهزة يبين على ورق صور الأسماك تسبح فى الماء أسفل قارب الصيد ، كما يبين قاع البحر حيث الصخور والأنقاض التى يمكنها تمزيق الشباك ، ويطلق على هذا النوع مقياس المسافات بالصدى التسجيلى Recording echosounder وهو الأكثر استخداماً فى الصيد . وأجهزة أخرى تبين بُعد السمك وعمق القاع وهى أرخص من التسجيلى لكنها ليست بكفاءة التسجيلى ويطلق عليها أجهزة قياس المسافات غير التسجيلية فهو لا يبين صور السمك على الورق ولا شكل القاع . والنوع الثالث والأحدث من هذه الأجهزة هو الذى يعرض بألوان colour display echosounder وهو من النوع غير التسجيلى وإن كان يظهر صور ملونة على شاشة كالتى يظهرها الجهاز التسجيلى على الورق، ويمتاز الجهاز الحديث بذاكرة لتخزين هذه الصور حيث يمكن استدعاؤها على شاشة وقت الحاجة إليها ، إلا أنه غالى الثمن. وهذه الأجهزة تمكن من اختيار المكان الأجود والأسهل للصيد ، علاوة على توفير الوقت والوقود عنه فى حالة الصيد فى مناطق

يندر فيها السمك ، كما تساعد على اكتشاف أماكن صيد جديدة ، وتساعد فى العثور على الشبك المفقود وعلى تجنب الأحجار وغيرها مما يمزق الشبك .

نقل السمك من مراكب الصيد



مراكب وشباك الصيد العملاقة

ولإقامة وحدة تكنولوجيا صيد منظمة هناك تصور لهذه الوحدة والإمكانات والدلالات المرتبطة بها كالتالى :

وحدة تكنولوجيا صيد قومية

- معاهد بحث وتطوير أجنبية وخبراء ومصايد أجانب
- منظمات دولية ولجان دولية
- صناعات مرتبطة

إدارة

- مصايد وصناعات قومية
- معاهد بحث وتطوير وخبراء قوميين
- تدريب صيد وخدمات للمعارض

توثيق ، مكتبة ، ...

مواد وقطع غيار

- ألياف ومواد أخرى
- نواتج نهائية (أحبال - شباك)
- صيانة ، صناعة شباك.
- مواد حافظة من العفن ، قار..
- قطع غيار (عوامات - أحبال طفو، غطاسات.)

أدوات صيد وطرقه

- تصميم وتركيب ادوات الصيد
- أدوات خاصة وطرق (جرافات، ضارات ، شباك خياشم ..)
- مكونات خاصة لأدوات الصيد
- اختيار أداء أدوات الصيد.

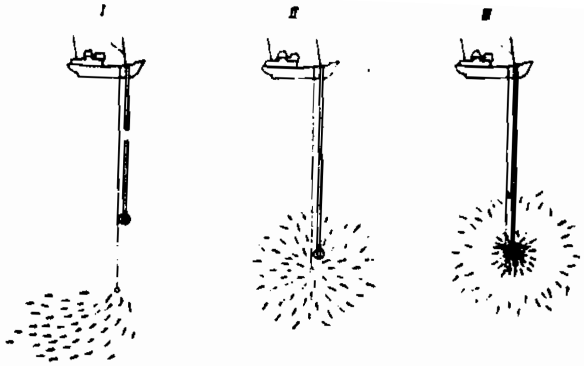
عمليات الصيد

- ظروف الصيد (طقس، أرضية ، رصيد السمك ..)
- موقع السمك واكتشافه
- رد فعل السمك لأدوات الصيد
- اختيار أدوات الصيد
- استراتيجية العمل وتكتيكة

مكان الصيد (حجمه)

- تركيب المكان
- تنظيم الصيد (يشمل مسك السمك)
- الأقلمة لمصايد معينة
- أداء وصيانة المكان والأدوات
- قوانين الأمان وغيرها
- ظروف العمل والحياة على السفن

رسم يبين الصيد على أساس الضوء الكهربى (للسردين) والكهرباء والشفط فيجذب السمك بالضوء ويفقد وعيه بالكهرباء ثم يشفط من الماء.



تختلف المادة المصنوع منها الشبك طبقاً للظروف المحلية والاحتياجات وغيرها ، وعليه فتجد أنواعاً متباينة من الشباك فى مصايد العالم. وتختلف الشباك من حيث مادة صنعها وشكلها ومقاساتها وعقدها وحبل الطفو وحبل السحب والعوامات والغطاسات ويستخدم فى شباك الصيد ألياف صناعية مختلفة منها:

الألياف الصناعية	رمزها
بولى أميد	PA
بولى إستر	PES
بولى ايثيلين	PE
بولى بروبيلين	PP
بولى فينيل كلوريد	PVC
بولى فينيليدين كلوريد	PVD
بولى فينيل كحول	PVA

وتميز عن بعضها بوضعها فى الماء فإذا طفت تكون مصنوعة من (PE) أو (PP)أما الأنواع الصناعية الأخرى فتغوص فى الماء ، وبتعريضها للهب يعطى كل منها تفاعلات مختلفة عن بعضها سواء فى أنصهارها أو أنكماشها أو رائحتها أو دخانها.

وهناك معادلات رياضية لحساب أبعاد الشبكة وكمية (وزن) الأجسام الطافية وأجسام الغطس للشبكة تتم مراعاتها عند صناعة الشبك..

وتحتاج الشباك إلى الخيوط والحبال والفلين والرصاص . ولخيط الغزل صفات هى : **الكثافة** أى الوزن بالجرام / سم٣ وهى ذات أهمية لتحديد سرعة غوص الغزل ، **قوة التماسك** أى القوة مقدرة بالجرام لقطع خيط طوله دينيير (٩٠٠٠م)، **قوة الشد لخيط مبلل** أى قوة الشد للمادة المستعملة فى الصيد وهى مبللة وتبين بنسبتها إلى قوة الشد للمادة وهى جافة ، **الطول الذى يتم عنده القطع** وهو طول الخيط الذى يتم عنده القطع مقاساً بالدنيير بقوة تعادل قوة القطع ، **المرونة** أى اكتساب المادة لطاقة تحول دون قطعها تحت تأثير مفاجىء.

والخيوط الصناعية مقاومة للتلوث والكائنات الدقيقة لكنها تتأثر بالشمس لمدة طويلة فتقل قوتها.

ويتم التنمير بطرق مختلفة وكلها تدال على طول الخيط ذو وزن معين أو وزن الخيط ذو طول معين أو بالقطر.

أما الحبال فهى إما نباتية (كتان ، مانيلا) أو صناعية (لدائن) أو معدنية (أسلاك صلب) . والمواد الطافية تصنع من الفل أو الخشب أو اسفنج مطاط أو البلاستيك أو عوامات زجاجية أو عوامات صلب أو ألومنيوم الغطاسات عادة من الرصاص أو الحجارة أو الخرسانة.

معاملة الشباك (الغزل) وحفظها :

الشبك من الألياف الطبيعية يتلف على مر الزمن وإذا ما احتك ببعضه أو طوى على مسافة قصيرة أو بما يزيد على قوة احتماله أو بتعرضه للحرارة العالية لذا لا تعرض الشباك وهى جافة لحرارة الشمس. وتؤدى البكتريا وشوائب البحر إلى إنتاج مواد كيماوية تهلك شعيرات الغزل لذا وجب غسل الغزل جيداً وتخليصه من مخاط الأسماك وكل ما علق به ثم يعامل الغزل بمواد حافظة على فترات منتظمة (الصبغ بمستخلص قلف شجر السنط وشجر المانجروف، تثبيت بكبريتات النحاس ، تثبيت بالكروم، تثبيت بالقار). وتغسل الشباك المصنوعة من النايلون فى ماء عذب فقط ولا تجفف فى أشعة الشمس المباشرة.

ومن السنار ما يجذب أسراباً كاملة من السمك باستخدام إضاءة كيماوية تطلق شعاعاً لامعاً قوياً أخضر اللون يخترق حتى أكثر المياه ظلمة فتنجذب الأسماك إليه وتتنافس على الطعم.

طرق الصيد المستعملة فى البحر الأحمر :

١ – الحربة .

٢ – السنارة والخيط.

٣ – الشرك السنارى :

٤ – الجر بالخيط

٥ - الشباك وأنواعها :

أ - شباك خيشومية ذات الثلاث طبقات (غزل الحريد)

ب - شباك خيشومية عادية (غزل البربونى والقاصة).

جـ - شباك غاطس.

د - شباك غاب.

هـ - شباك كركبة.

و - شباك قروش.

ز - جرافة ساحلية.

ح - شانشولا

ط - شباك جر

ي - طراحة

الحربة : سيخ حديدى يوجه لطعن الأسماك منفردة وتطور الآن إلى بندقية ذات حربة .

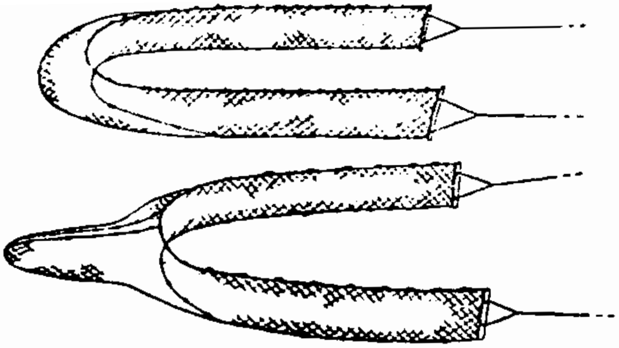
السنار : أمكن صنعها من معادن مختلفة ، وتغير شكلها وتغير نوع الخيط باستخدام الخيوط الصناعية بدلا من القطنية ويوجد أكثر من ٣٠ حجماً مختلفاً للسنارة . وتطعم السنارة بالطعم المختلف طبقاً لأنواع الأسماك المصيدة.

الشرك السنارى : أكثر من سنارة فى خيط افقى تصل إلى عدد ٥٠٠ سنارة على مسافة ٢٥٠٠ متراً ويمكن ربط أكثر من خيط ليصل طوله إلى أكثر من ٢٠ كيلومتراً . ويطفو الخيط على عوامات ويساعد على غوص الشرك بالأثقال . وقد تربط السنانير فى سلك من الصلب أو جنزير عند صيد القروش.

الجر بالخيط : خيط طويل وراء مركب وينتهى الخيط بسناره أو عدد من السنانير المطعومة ويمكن الجر بأكثر من خيط فى آن واحد.

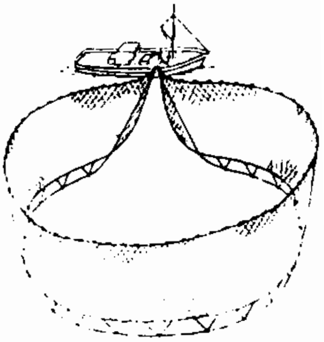
الشـــــباك: تطورت كثيراً باستخدام الخيوط الصناعية بدلاً من القطن والكتان وتختلف الشباك باختلاف المناطق وأنواع الأسماك المصيدة .

ومن **طرق الصيد فى البحر المتوسط** استخدام الجرافات والطراحات (الشاطئية والكيسية أو طراحة الخبخبة) والشباك العائمة وشباك العرقلة . ومن الموانى الرئيسية لوصول السمك على البحر المتوسط العريش وبورسعيد وعزبة البرج وبلطيم ورشيد والمعدية وأبو قير واسكندرية ومرسى مطروح.



طراحة شاطئية

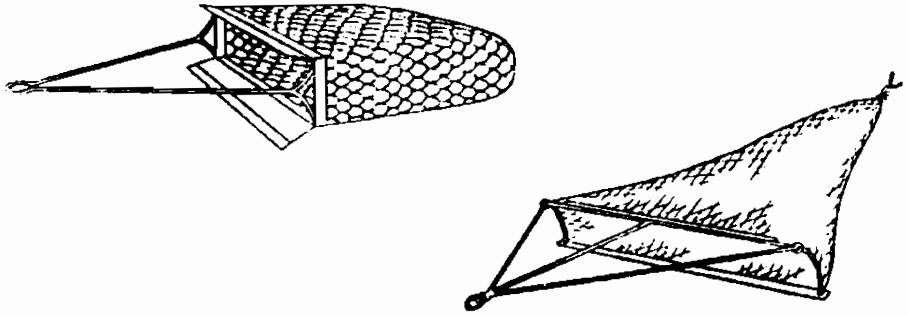
Beach seine



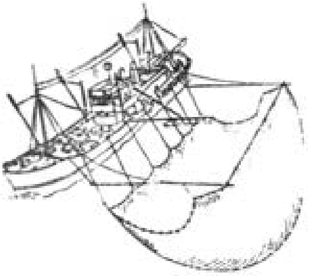
شبكة تحويط بحبل خبخبة
(طراحة خبخبة أو طراحة كيسية)

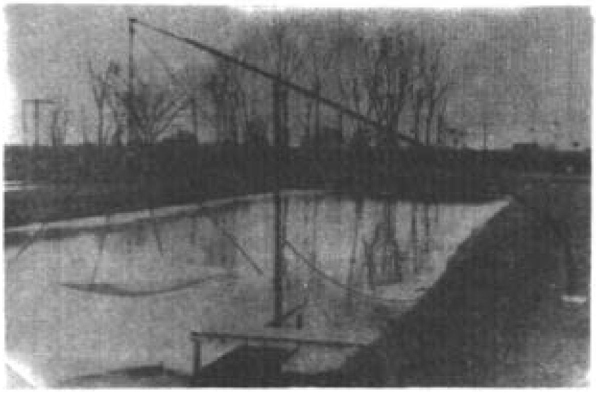
Purse seine

Trawls جرافـــــات

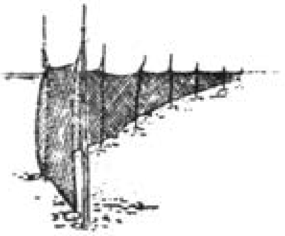


Dredges منكـــاش

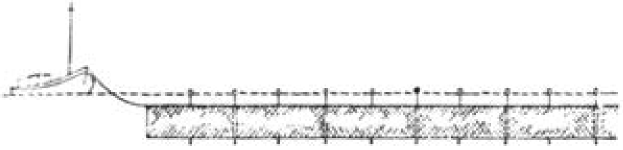




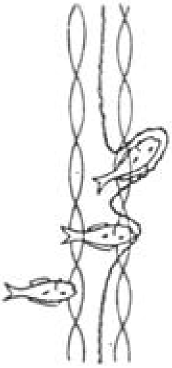
Lift net شبكة رفع

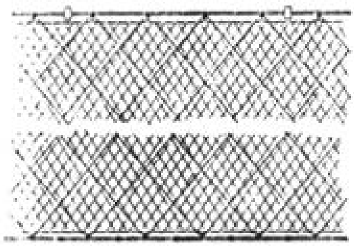


شباك خياشيم ثابتة على عصى

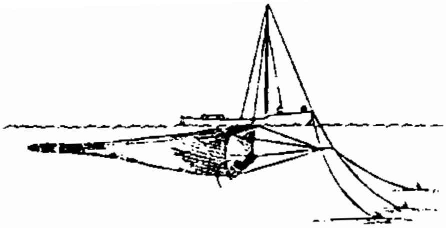


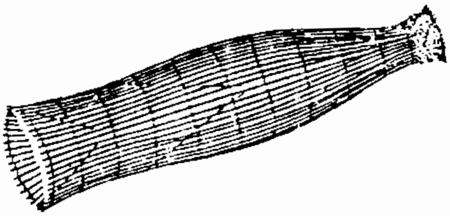
شباك خياشيم عائمة
Drifting gillnets





Trammel nets (عرقلة) شباك كمبلة





شبكة فخ (جوبية) Trap

ويعمل في الصيد من البحر المتوسط حوالي ١٥٥٢ مركباً ما بين ١٠ - ٤٠٠ حصان بجانب ٨٦٦ مركباً شراعياً. وأهم حرف الصيد المستخدمة في البحر المتوسط هي الصيد بالجر وبالشانشولا والجرافة الساحلية وذلك لصيد أم الخلول والسردين والسيوف والجمبري والدنيس وسمك موسى والبربون.

ويعمل في **الصيد في المياة الداخلية** المصرية (عام ١٩٨٨) حوالي ٣٣٩٥٦ وحدة صيد، منها ١٢٤٨ وحدة درجة أولى (١٢ فرداً) ، ١٦٩٠ وحدة درجة ثانية (٦ أفراد) ، ٣٢٥٣٩ وحدة درجة ثالثة (٣ أفراد) . وجملة الصيادين ١٨١٤٦٨ ، منهم ١٧٨٢٩١ صيادي مراكب و ٣١٧٧ برارة (مترجلين على الشاطيء).

ويستخدم في الصيد وحدات (للأدوات) حسب طريقة الصيد :

الوحدة	طريقة الصيد
فرقة	الدبة - الخداوي - البلة - النشة
دورة	الدور
جنب	اللفة (الطوانس) - اللوات - الطارة - شباك الحبل
طراحة	الطراحة
جوبية	الجوابي
سنار	سنار بطعم - سنار بدون طعم

وفي **بحيرة المنزلة** تعتبر طريقة الصيد الخداوي هي أطول سرحة بين طرق الصيد المختلفة إذ يبلغ طول السرحة ٥٧,٥٥ ساعة ، بينما السنار بدون طعم (لطش) طول سرحتها ٣٦,٩ ساعة ، يليها الدور (تحاويط) ٢٨,٤٤ ساعة ، ثم السنار بطعم ٢٥,١١ ساعة ، ثم البلة ١٧,٨١ ساعة ، ثم غزل النشة

١٧ , ١٥ ساعة ، ثم غزل الدابة ١٥ , ١٤ ساعة ، ثم غزل اللفة (طوانس) وشباك الحبل ١٢ ساعة ، وأقلها القدمات (تكبيش) ٩ ساعات، والجوابى ٣٦ , ١٠ ساعة ، وغزل اللوات ١١ , ٠٧ ساعة ، فالطارة ٧٧ , ١١ . ويبلغ متوسط عدد العمال فى السرحة ما بين ١,٩٤ (جوابى) و ٧,٨ (شباك الحبل).

ويعبر عن عدد العيون أو الفتحات فى الذراع الواحد (٥٠ سم طولى) من الغزل بالماجة . وفى بحيرة قارون يعمل حوالى مركب لكل ٥ , ١٠٠ فدان من البحيرة ، وكثافة الصيادين بالبحيرة حوالى صياد لكل ١,٢ فدان. بينما فى بحيرة ادكو أهم حرف الصيد الغزل (٨٠ ٪ من مجموع حرف الصيد) يليها الجوابى (١٦٪) والسنار (٤٪) . وفى بحيرة البردويل يعمل ٩١٧ مركبا (عام ١٩٨٨) بثلاث حرف أساسية هى حرفة الدبة (٨٣٪ من مجموع مراكب الصيد) والبوص (١٦٪ من مراكب الصيد) والدهبان. وتستخدم الدبة لصيد الدنيس وموسى والقاروص، البوص فى صيد العائلة البورية (وكذلك الدهبان للعائلة البورية) . كما تعمل حوالى ٣٠ مركباً، باستخدام الشانشولا.

وأدوات الصيد التجارية فى بحيرة ناصر تشمل :

١ - شباك خياشيم عائمة floating gill - nets (سكرونة)

٢ - شباك كعبلة trammel nets (دك)

٣ - شباك خياشيم غاطسة sunken gillnets (كوبوك)

٤ - طراحات شاطئية beach seines (جورّافا)

٥ - خيوطاً طويلة long lines (سينّار).

وأكثرها استخداما شباك الخياشيم والكعبلة (بأسمائها المحلية سكروتة ودك).

فتصاد أسماك السرايا والكلب أساساً بشباك الخياشيم العائمة المصممة لأسماك المياة السطحية ، ويختلف حجم فتحات هذه الشباك (٣ - ٦سم) وأطوالها (٢٠ - ٥٠ م) وعمقها (١,٥ - ٢ م)، وقد تشبك عده شباك قصيرة (كل منها ٦ م مثلاً) لتكون شبكة أطول (حتى ١٠٠ م خاصة فى موسم الفيضان)، وهذا الصيد كل ليلة ، وتملح الأسماك المصادة بعد إزالة أحشائها.

بينما تستخدم شباك الكعبلة (دك) لصيد البلطى والساموس والبياض والحوت ، وتسوق كأسماك طازجة . وتختلف الشباك فى أبعادها ١٠ - ٢٠ م طولاً ، ١,٢ - ١,٥ م عمقاً ، وفتحاتها الخارجية ٣٠ - ٤٠ سم وفتحاتها الداخلية ٨ - ١٠ سم ويستمر الصيد بعد الإظلام وحتى قبل الفجر . وتناسب الماء الضحل ١ - ٢,٥ م ، وهى أفضل وسيلة لصيد السمك الطازج ، وتستخدم لصيد ما يزيد عن ٥٠ ٪ من محصول البحيرة.

وشباك الخياشيم الغاطسة (كوبوك) تستخدم فى الأخوار وفى الماء المفتوح (المجرى الرئيسى)، وترفع كل ليلة أو ليلة بعد ليلة ، ويغير موقع الصيد كل أسبوعين مرة ، وطولها قد يكون ٤ م وتوصل حتى ٢٠

شبكة معا ، وينبغى أن يكون عمقها ١٠ م ، وفتحاتها ١٠ - ٢٠ سم . وتناسب صيد أسماك الساموس والبلطى النيلى واللبيس والبياض والبنى والقرموط ، والتى تعد مصدراً للأسماك الطازجة.

وشباك الجورّ افا أو الطراحات الشاطئية تستخدم فى الصيد بالنهار ، وتصيد البلطى أساساً. السينّار يستخدم فى الجزء الجنوبى أكثر من استخدامه فى الشمال ، ويستخدم للماء العميق فى صيد الساموس والبياض فى الصيف ، ويستخدم فيها طعم Bait من زريعة وإصبعيات البلطى النيلى واللبيس.

وإصلاح شباك الدك مرتفعة السعر ، لعرقلتها بالصخور فى أثناء استعمالها فى الماء الضحل shallow water ، وعمر هذه الشبكة ١ - ٢ سنة ، بينما عمر شبكة الخياشيم ٢ - ٣ سنوات.

ويستخدم فى الصيد قوارب ٦ - ١٢ م مصنوعة من :

١ - الخشب wood.

٢ - صلب steel.

٣ - مسلح ferro - cement.

٤ - فيبر جلاس Fibre - glass .

وأحداثها استخداما فى البحيرة هى قوارب المسلح التى يعمل لها هيكل شبكى مجلفن Hull of galvanized mesh يتم تدعيمه أوكسوته بالأسمنت . ويركب بالقارب موتور تتوقف قوته على طول القارب وهدفه ، ويستخدم مع القارب المسلح طول ١٦ م (فى الخارج) موتور قوة ٦٥ - ٨٠ حصان. وتقوم قوارب شحن بنقل السمك إلى ميناء السد العالى ، قوة موتور القوارب هذه ٢٠ - ٢٤٠ حصاناً ، وقدرتها ٢ - ٥٠ طنا. وتعتبر زوارق الصيد المستخدمة فى بحيرة السد العالى هى زوارق التجديف الخشبية (٥ - ٦ أمتار طولاً) ويقوم بتسييرها ٢ - ٤ أشخاص وهناك نحو ألفى زورق بالبحيرة تستعمل شباك ضيقة الثقوب للبلطى وشباك خيشومية عائمة لكلب البحر . ويزيد استخدام الزوارق ذات المحركات فى شمال البحيرة. ويتم تجميع محصول السمك الطازج ونقله إلى الميناء الغربى فى أسوان بواسطة أسطول من ٦٩ زورق نقل خشبى ، مزودا بمحركات سعة كل زورق ٣ - ٦٥ طناً إضافة إلى مركبين حمولة كل منها ٢٠٠ طن.

ولقد أشار القرآن الكريم فى العديد من آياته (حوالى ٢٨ آية فى حوالى ٢٠ سورة) للفلك وصنعها وأهميتها ووظيفتها ومنها مثلا ﴿ واصنع الفلك بأعيننا ﴾ - هـود : ٣٧ ، (ويصنـع الفلك ﴾ - هـود : ٣٨، ﴿ ربكم الذى يزجى لكم الفلك فى البحر لتبتغوا من فضله ﴾ -الاسراء : ٦٦، ﴿ وعليها وعلى الفلك تحملون ﴾ - المؤمنون: ٢٢ ، ﴿ وعلى الفلك تحملون ﴾ - غافر : ٨٠ - وتسييرها بأمر الله سبحانه وتعالى : ﴿ والفلك تجرى فى البحر بأمره ﴾ - الحج : ٦٥، ﴿ ولتجرى الفلك بأمره ﴾ - الروم : ٤٦ ﴿ ألم تر أن الفلك تجرى فى البحر بنعمة الله ﴾ - لقمان : ٣١ . كما أشار القران الكريم كذلك إلى الصيد وتحليله : ﴿ أحل لكم صيد البحر ﴾ المائدة : ٩٦.

ومن الأهمية بمكان معرفة الظروف الجوية ورصدها والتنبؤ بها باستمرار لأهميتها فى عمليات الصيد خاصة فى البحار ، وفيما يلى بعض المعلومات فى هذا الشأن :

المنخفضات الجوية :

تعنى المناطق التى يكون الضغط الجوى فيها أقل من المناطق المحيطة بها. وانخفاض الضغط هو السبب الرئيسى فى هبوب أرياح ، وينتج عنه التقاء تيارات الهواء البارد الكثيف والهواء الدافىء الخفيف وتفاعلها . وعادة ما يصل قطر المنخفض الجوى إلى بضع مئات من الأميال . ويتفاوت العمق المطلق لهذه المنخفضات ومعدل انحدارها تفاوتاً كبيراً . وتتحدد قوة الرياح وفقاً لعمق المنخفض وحجمه. وتسجل الملاحظات البارومترية بالمليبار وهو الوحدة التى يستخدمها علماء الأرصاد وتساوى واحداً على الألف من متوسط الضغط الجوى عند مستوى البحر الذى يبلغ ١٤,٥ رطل/ بوصة مربعة أو ١٠٠٠ مليبار (٧٥ سم زئبق).

الجبهة الدافئة :

هى الحد المتقدم للقطاع الدافىء من المنخفض.

الجبهة الباردة : هى بداية القطاع البارد من المنخفض عند مؤخرة القطاع الدافىء وترافقها عادة الرياح الشديدة ودفقات المطر والعواصف الرعدية.

خطوط تساوى الضغط الجوى :

وهى الخطوط التى تصل بين النقاط المتساوية من حيث الضغط البارومترى فى خرائط الطقس.

قـوة الريــح :

تقاس سرعة الريح بالعقدة وتساوى ١ ميل بحرى / ساعة أو نصف متر / ثانية تقريباً . وكلما ازدادت قوة الرياح زادت سرعتها واضطرب البحر وارتفعت مواجه وزاد زبده ورذاذه وتتعذر الرؤية . وتسوء حالة البحر ويصبح هائجاً كلما ارتفعت أمواجه.

رموز الأحوال الجوية : اصطلح وصف حالة الجو برموز لاتينية كالتالى :

الرمز اللاتينى	تفسيره
b	سماء زرقاء (تغطى السحب ربعها تقريباً)
bc	غائمة جزئياً (تغطى السحب ما بين ٢٥, - ٧٥, السماء)
c	غائمة (تغطى السحب ٧٥, السماء على الأقل)
d	رذاذ
e	هواء مشبع بالرطوبة بدون مطر

f	ضباب
g	رياح عاصفة قوتها ٨ – ٩ عقده وتستمر ١٠ ق على الأقل
h	برد
I	برق
m	شبّورة
o	سماء ملبده بالغيوم (تغشاها كلها السحب)
p	دفقات مطر عابرة
q	زوابع
Q	زوابع شديدة
r	مطر
r-s	مطر متجمد
S	ثلج
t	رعد
tl	عاصفة رعدية
u	سماء مكفهرة
v	رؤية فائقة (الأشياء البعيدة تبدو جلية على غير العادة)
z	رهج (غيوم)

وحالة الجو تؤثر على حالة الرؤية فكلما ازدادت الشبورة والضباب كلما قلت الرؤية ففى الضباب الكثيف تكون مدى الرؤية أقل من ٥٠ م وفى ظروف الشبورة أو الغيوم ، قد تصل نحو ١,٥ كم وفى حالة الرؤية الواضحة قد تصل الى أكثر من ١٠,٨ كم.

الفصل السابع

جـــودة السمـــك

يصعب تعريف جودة السمك لأنها تعنى أشياء متباينة بتباين الناس ، فالجودة يجب الحكم عليها من وجهة نظر المستهلك .

تخزين السمك :

عقب الصيد يتم تخزين السمك لحين وصوله لهدفه الأخير ، ويجرى التخزين قبل أو بعد الفرز والتدريج. للتخزين الجيد ينبغى أن يظل السمك فى حالة جيدة ، وأن تتحسن جوده لحمه مع أقل فقد فى الوزن وأن تكون الحرارة باردة والماء نظيفا ولا يزيد حتى تنخفض حركة السمك وميتابوليزمة ، مع حماية السمك من أعدائه الطبيعية ويتم تخزين كميات بسيطة من السمك فى شباك صغيرة أو صناديق عائمة أو احواض زجاج ، بينما الكميات الكبيرة يفضل تخزينها فى تانكات تخزين أو احواض تخزين .

نقل السمك :

نقل السمك الحى هام لمزارع السمك وقد ينقل جاف (داخل المزرعة) للأنواع التى تتحمل أو مع ماء فى أوانى مختلفة بوسائل النقل المختلفة وإذا لم يكن النقل بعناية يموت السمك لذلك يجب توفير الأوكجسين فى أوانى النقل مع ضمان حرارة منخفضة لضمان تهوية أفضل وتجديد الماء وحركته بسيطا . وتزداد احتياجات السمك للأوكجسين بزيادة حجمه الفردى أو وزنه الكلى . والسمك المغذى صناعيا أقل مقاومة عن السمك المغذى طبيعيا ، والسمك فى وقت وضع البيض لا يتحمل النقل جيدا ، وكلما زادت درجة الحرارة تزداد احتياجات الأوكسجين للتنفس لذلك يقلل كثافة السمك بارتفاع الحرارة أو بإطالة مسافة النقل ، وينبغى عزل الأوانى حراريا . ولزيادة كثافة السمك المنقول يخفض ميتابوليزمة ، بإعطاء المهدئات tranquilizers فينخفض استهلاكها الاوكسجينى فيستخدم MS 222 بتركيز ١ / ١٠٠٠٠ حتى تفقد الأسماك اتزانها وتنزل للقاع فتغسل فى ماء نظيف قبل نقلها لأوانى النقل أو أن يوضع المهدئ فى ماء النقل مثلا MS 222 بتركيز ١ / ١٠٠٠٠٠ . ويتم النقل ليلا أو فى الصباح الباكر تجنبا للحرارة . وتقف التغذية تجنبا لروث السمك. وتزداد كمية الماء المتطلبة للسمك بزيادة حرارة الجو ومدة النقل إذا لم تمد الأوانى بالأوكسجين .

كمية الماء باللتر اللازم لنقل ١ جم سمك (ووزن فردى ٢٥٠ - ٥٠٠ جم) فى أوانى دون الإمداد بالأوكسجين:

درجة الحرارة في الجو °م	زمن النقل بالساعة									
	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٠
صفر	٣,٣	٣,٧	٤,١	٤,٥	٥,٠	٥,٥	٦,٠	٦,٥	٧,٠	٧,٦
٥	٣,٦	٣,٩	٤,٤	٥,٠	٥,٦	٦,٢	٦,٨	٧,٤	٨,٠	٨,٦
١٠	٣,٩	٤,٣	٥,٠	٥,٦	٦,٤	٧,١	٧,٨	٨,٥	٩,٣	١٠,٠
١٥	٤,٢	٥,٠	٥,٨	٦,٦	٧,٥	٨,٤	٩,٣	١٠,٢	١١,٢	١٢,٢

مميزات السمك الطازج :

يتميز السمك الطازج بسطح براق مموج لامع مغطى بطبقة لزجة رقيقة ، شفافة ، متجانسة ناعمة ، والعيون لامعة وإنسان العين اسود معدنى ، والقرنية شفافة ، والخياشيم ذات لون بين الأحمر والأحمر البنى ولا يوجد عليها أى مادة لزجة ، والسمك لا يحتفظ بانطباعات ناتجة عن ضغط الأصابع وعندما يحدث التيبس الرمى يصبح صلبا متماسكا .

وبقدم السمك يتغير لون لحمه بواسطة الدم كما يتغير لون السلسلة الفقرية إلى الأحمر ، ويفقد سطحه ألوانه البراقة ، ويغطى بطبقة اسمك من المادة اللزجة العكرة ثم تتلون بالأصفر أو البنى وبالتدريج يقل بروز العين وتنكمش وتغشى إنسانها سحابة وتصبح القرنية معتمة ، ويتغير لون الخياشيم إلى اللون الوردى الخفيف ثم إلى الاصفر الرمادى ، وتغطى بطبقة سميكة من المادة اللزجة ، ويصبح اللحم معتما ، ويشبه اللبن ، ويصبح قوام السمك المطبوخ لزجا .

الأسماك القديمة تطفو فى حوض الماء لامتلاء جوفها أو كيسها الهوائى بالغازات وإذا أمسكت السمكة باليد فى وضع أفقى فإن الذيل لا ينثنى إلى أسفل إذا كان السمك طازجا ، والسمك القديم دمه غامق معه بنى كريه الرائحة .

وإضافة إلى الطرق الحسية المختلفة السابقة واختبار الطفو فى الماء ، فهناك طرق تحليلية كيماوية وميكروبيولوجية للتدليل على مدى طزاجة السمك ، والطرق الأخيرة مكلفة ومستهلكة للوقت وتشمل تقدير تركيز المواد المتطايرة المختزلة الكلية والقواعد المتطايرة واختبار الاندول وتقدير الأمونيا واختبار الاسيتومين واختبار حامض البكريك ورقم التيروسين واختبار تزنخ دهن أنسجة السمك واختبار الأحماض الأمينية الحرة والنيتروجين المتطاير الكلى والتوصيل الكهربى و pH وعد البكتريا .

ويتأثر فساد السمك بعدة عوامل منها :

١ - **نوع السمك** : فالسمك المفلطح أسرع تلفا من السمك المستدير لسرعة حدوث التيبس الرمى فى السمك المفلطح عن المستدير ، إلا إذا امتازت الأسماك المفلطحة بانخفاض رقم الـ pH

للحمها . كما أن الأسماك الدهنية أسرع فسادا لأكسدة دهونها الغير مشبعة .

٢ - **حالة السمك عند اصطياده** : السمك المجهد كثير المقاومة قد يفقد الجليكوجين ومع التداول الزائد يكون أسرع تلفا من الأسماك الأقل إجهادا . كما أن الأسماك ذات الأمعاء الخالية أقل قابلية للفساد من الممتلئة أمعاؤها بالطعام .

٣ - **نوع ومدى تلوث السمك بالبكتريا** : تتلوث الأسماك بالبكتريامن الماء وعمال وأدوات الصيد وكذلك من داخل أمعائها . فكلما زادت أعداد البكتريا على السمك زادت سرعة فساده خاصة فى وجود جروح على الجلد أو بتلوث اللحوم عند إزالة الأمعاء .

٤ - **درجة الحرارة** : التبريد هى الطريقة الأكثر شيوعا لمنع أو تأخير النمو البكتيرى حيث يتأخر الفساد نتيجة لذلك ،، خاصة عند إضافة المواد الحافظة للثلج (مثل النتريت أو البنزوات أو المضادات الحيوية وغيرها) .

ويصاحب فساد السمك ارتفاع محتواه من القواعد الأزوتية الطيارة (أحادى - وثنائى - وثلاثى ميثيل الأمين) ويتحلل أكسيد ثلاثى ميثيل الأمين معطيا ثنائى ميثيل أمين مع الفورمالدهيد (الذى يعمل على تاكل جدار معلبات السمك) . كما أن أكسيد ثلاثى ميثايل أمين مع البيتائينات Betains يكسب المنتجات النكهة السمكية Fishy flavor لسهولة تاكسد ثلاثى ميثايل أمين وتداخله جزئيا فى تفاعلات ينتقل فيها النتروجين ويرتبط عضويا مع ناتج تاكسد جزىء الدهن فتتكون مركبات ذائبة فى الدهن لتعطى الطعم السمكى . ويصاحب فساد الأسماك أيضا نزع مجموعة كربوكسيل من الهستيدين الحر (الذى يكثر فى العضلات الداكنة وفى الأعمار الكبيرة) بفعل البكتيريا، فيتحول إلى هستامين ، وهو مركب سام للإنسان ومسئول عن الطعم اللاذع للسمك الفاسد . وعند فساد السمك تتكسر بعض الأحماض الأمينية منتجة مركبات ذات رائحة غير مقبولة . ويحدث الفساد بعد مرور مرحلة التيبس الرمى ، وهى تتراوح ما بين ٣٠ - ١٢٠ ساعة للسمك المبرد وهى قصيرة عما هو عليه فى الثدييات . ويجب العناية بتداول السمك قبل وفى أثناء فترة التيبس . والتيبس الرمى عبارة عن تصلب الأنسجة لانكماش هيكل العضلات المنبسطة نتيجة التغيرات البيوكيماوية التى تحدث فى العضلات بعد موت السمك وتوقف الأكسدة الخلوية وتزيد حموضة العضلات فتعمل على شد الألياف العضلية وتصلب الأنسجة ويزيد محتواها من مركب ثلاثى فوسفات الأدينوزين ATP ، وبانتهاء فترة التيبس يحدث عملية دنتره Denaturation للبروتينات ، وتبدأ مرحلة فساد السمك منتجة نواتج التحطيم للبروتينات من أمونيا وثانى كبريتور الأيدروجين والأندول مع حمض الخليك . فبعد التيبس الرمى يحدث التحلل الذاتى والتحلل البكتيرى. وتنتج الأمينات السامة من الأحماض الأمينية فى إثناء تلف السمك كالتالى :

هيستيدين ————> هيستامين histamine

تيروزين ————> تيرامين tyramine

تريتوفـــــان ←——— تربتامين tryptamine

سيستثيـــن ←——— تاورين taurine

ليســيـــن ←——— كادافرين cadavrine

أرجنـيـــن ←——— أجماتين agmatine

اورنيثيـــن ←——— بوترسين putrescine

فينيل الانين ←——— فينيل إيثيل أمين phenyl - ethyl - amine

وتؤدى هذه الامينات إلى تأثيرات فسيولوجية ضارة بالإنسان ، إذ تؤثر على الدورة الدموية مؤدية إلى زيادة النبض . ولا يدل مركب واحد بالتاكيد على حالة طزاجة السمك ، لذا يقدر دليل الامينات المخلقة كدليل أفـضل فى تدريج السـمك من حـيث جـودته . وهـدم الدهون بكتـريا ينتج عنه تحلل الجليـسريدات الثـلاثة والأكسدة ينتج عنها بيروكسيدات والدهيدات وكيتونات وأحماض دهـنية أقل فى طول السلسلة الكربونية . ورائحة تلف السمك ترجع أساسا لتراكم الكحولات العطرية الطيارة (كالكريزول cresol والفينول phenol) والقواع الطيارة ومركبات الكبريت ، والمركبات الحلقية الأخرى (كالاندول indole وسكاتول skatole). ومـركبات أحـادى الأمين الحلقية وثنائية الأمين وقاعـدة الأوكسى أمـونيـوم (نيـورين neurin) والفــينول والكريزول والاندول والاسكاتول كلها سـموم تؤدى للتسـمم الغـذائى . ويتلف السـمك يزيد مـحتواه من العد البكتيرى .

وهناك علاقة خطية بين الكثافة الضوئية لمستخلص الخياشيم ومدة تخزين السمك بالتبريد ، وأيضا يرتبط معامل انكسار الضوء فى سوائل العين مع القيم الحسية لاختبارات جودة السمك .

أما نقل السمك حديث الموت فصعب لسهولة إصابته بالبكتريا ، لذا ينتقل على حرارة صفر – ٤ مئوى بالثلج المجروش ، وإذا طالت فترة النقل فيبرد السمك أولا لمنع إسالة الثلج بسرعة .

وسيلة نقل سمك سيئة تعرضه للتلف

وسائل حفظ السمك :

ويحفظ السمك بعدة وسائل كالتبريد ، والتجميد ، والتمليح ، والتجفيف ، والتدخين ، والتجفيد ، والاشعاع ، والتعليب

١ - التبريد والتجميد :

بأن يبرد السمك على صفر / ٧° م والأفضل - ٣.٠ إلى ٢°م بينما يجمد على - ١٠ إلى - ١٠٠ °م ، والأفضل -٣٠ °م من وجهة النظر الاقتصادية . ويتم التبريد بالثلج المجروش (بنسبة ١ : ١ - ٢ ثلج : سمك) الذى قد يضاف إليه بعض المواد الحافظة كنيتريت الصوديوم (٠,١ ٪ فى الثلج) أو المضادات الحيوية (٥ جزء فى المليون) ، وقد يتم التبريد فى حاويات بها مراكمات للبرودة شديدة الأداء ، يتم شحنها قبل ملئها بالسمك فتحفظه حتى ١٥ يوما .

وأفضل طريقة للتبريد السريع للكميات الكبيرة من الأسماك الصغيرة هى غمس السمك فى ماء البحر المثلج والذى يتكون من مخلوط الثلج وماء البحر فتعمل فقاقيع الهواء ودورة الماء على النقل السريع للحرارة ، كذلك ماء البحر المبرد (بوحدة تبريد) فى تانكات يوضع فيها السمك لتبريده ، ولزيادة كفاءة التبريد يستخدم النظامين معا (تثليج مع تبريد مستمر) . وقد وجد أن التبريد فى ثلاجات على ٤٠ °ف أفضل من الحفظ بالثلج المجروش من حيث محتوى السمك من العد البكتيرى ومن النيتروجين الكلى المتطاير ومن ثلاثى ميثايل أمين ، وكان الوقت اللازم لتلف السمك بالحفظ فى الثلاجة ٨ - ١١ يوما وفى الثلج المجروش ٤ - ٦ أيام حسب حالة السمك المبدئية قبل التخزين .

مدة حفظ السمك فى الثلاجة والفريزر

على + ٢°إلى + ٦°م	مدة الحفظ باليوم
سمك طازج	١
سمك مجهز	٢
سمك مدخن	٢
معلبات سمك (مفتوحة)	١
عل ٠ ١٨°م	مدة الحفظ بالشهر
سمك (نحيل)	٢ - ٥
سمك (غنى بالدهن)	١ - ٢
سمك (فيلية)	٢ - ٥

والتجميد السريع خلال نصف ساعة أفضل ، ويتم تجميد السمك شرائح عرضية أو طولية أو السمك الصغير كامل .

٢ - الإشعاع الذرى **Radiation** بجرعات للتعقيم وإطالة فترة التخزين (جرعات بسترة) وهى طريقة مساعدة فى الجرعات البسيطة (جرعات البسترة) إذ يلزم معها توفير ظروف تخزين بالتبريد . أما حالة التعقيم فتستخدم معها جرعات كبيرة نسبيا مما تؤدى إلى إحداث تغيرات كيماوية كالتأين (الذى يؤثر على الكائنات الحية ومكونات الخلايا) وتكوين أصول حرة (ذات نشاط كيماوى عالى) وتكوين ذرات أو جزيئات نشطة كيماويا . وجرعات البسترة تتراوح مابين ١ - ٢,٥ × ١٠°٥ راد، وهى تزيد الفترة التخزينية نحو خمسة أضعاف الفترة التخزينية لنفس الأغذية فى ثلاجات بدون إشعاع . أما الجرعة التعقيمية (٢ × ١٠٦ راد) فتوقف عمليات الأكسدة وتقضى على الميكروبات وتمكن من حفظ الأسماك على درجة حرارة الغرفة لمدة طويلة إلا أنها قد تؤدى إلى رائحة ثانى كبريتور الهيدروجين أو رائحة غير مرغوب فيها ويتحول اللون الأبيض بدرجة كبيرة إلى بنى ويتحول القوام إلى قوام كاوتشوكى ويتأكسد دهن الأسماك الدهنية بسرعة مما يؤثر فى رائحة الأسماك المعاملة بالإشعاع أى أن الإشعاع لغرض التعقيم فى الأسماك محفوف بكثير من المشاكل .

٣ - التجفيد **Freeze drying** أى تحويل الماء فى خلايا الأنسجة إلى صورة بلورات بالتجميد ، ثم نزع هذا الماء المتجمد بالتسامى برفع درجة الحرارة تحت تفريغ ، أى أنها عملية تجفيف (تحت تفريغ) للسمك المجمد . وتخزن الأسماك المجفدة (يصير قوامها أكثر خشونة) لمدة ٦ شهور على درجة ٣٧°م دون حدوث أى أضرار إذا عبئت تحت تفريغ أو فى وسط من غاز خامل . إلا

أنه قد يتغير لون الأسماك المجففة بالتخزين لحدوث ظاهرة التلون بفعل تفاعل ميلارد Maillard reaction بين السكريات المختزلة أو أي مركب الدهيدي أو كيتوني وبين المركبات الأمينية . ويجرى التجفيف على الأسماك النظيفة . مزالة الأحشاء المغسولة جيدا والمنزوعة الجلد الخارجي ، إلا أنه قد تجفف الأسماك على حالتها أو تجزأ إلى شرائح .

٤ – **تعليب الأسماك** في علب مقفولة معقمة ، مع إضافة بعض المواد الحافظة كالأحماض العضوية وذلك على الأسماك النظيفة المطبوخة أوليا ، وخالية الرأس والذيل والخياشيم والجلد .

٥ – **تدخين السمك** ، ويتوقف خواصة على نوع الخشب المستخدم ودرجة التجفيف ، وتؤدى لتغيرات طبيعية وكيماوية وتتعرض الأسماك أولا للتمليح ثم التجفيف فالتدخين فالمعاملة الحرارية .

٦ – **تجفيف السمك** ، شمسي أو صناعي ، سواء باستخدام الملح أو بدونه ، سواء للسمك كاملا أو بعد إزالة الخياشيم وتجويف السمك ، وقد يشطر نصفين لتنظيفه وينقع في محلول ملحي ٠.٢ ٪ ويجفف مباشرة أو بعد تسخينه أو تدخينه . وتجفيف السمك طريقة حيوية للدول النامية و الفقيره لبساطتها ، وقد عرفت طريقة حفظ السمك بالتجفيف منذ العهد البرونزي ، وفي مصر الفرعونية جفف السمك المملح شمسيا قبل الميلاد بقرون . والتجفيف يخفض المحتوى المائي فيوقف فعل البكتريا المتلفة للسمك كما يوقف نمو الفطريات ، ويزيد الملح من تأثير فعل التجفيف الحافظ ، وبالتالي فإضافة الملح مع التجفيف الجزئي يبلغ تأثيرهما معا نفس تأثير التجفيف الشديد . ويفضل التجفيف تحت تفريغ تفاديا للأكسدة غير المرغوبة لدهن السمك والتلف البكتيري والإنزيمي . ويتم التجفيف العادي على درجة حرارة ٢٥ – ٣٠ °م ورطوبة نسبية ٤٥ – ٥٥ ٪ . والتجفيف الصناعي في مجففات أنفاق على ٣٠ – ٤٠ °م سواء بالماء الساخن أو البخار أو الكهرباء أو الأشعة تحت الحمراء . والسمك الجاف (بعد تمليحه) شمسيا يمكن حفظه بحالة جيدة لمدة ٣ شهور على ٢٠ – ٢٥ ° م ولمدة ٦ شهور تحت ظروف معتدلة .

٧ – التمليح ، وهو من أقدم وسائل الحفظ ، وفعل الملح الحافظ يرجع لإخراجه الماء من الأسماك . ويؤدى وجود محلول ٤٪ ملح في أنسجة السمك إلى تأخير التحلل الذاتي والبكتيري . وملح كلوريد الصوديوم النقي أسرع نفاذية لأنسجة السمك من الملح ذي الشوائب من أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والكبريتات والتي تقلل معدل نفاذ كلوريد الصوديوم إلى داخل السمك . هذا وتقل الأمينات بالتمليح (بينما تزيد بالحرارة في أثناء التصنيع) .

ويتم التمليح بأحد الطرق :

أ – تمليح بالمحلول الملحي في براميل مع تقليب الأسماك لمنع جفاف أي جزء .

ب – تمليح جاف سواء للسمك الكامل أو بعد نزع الرأس والأحشاء والغسيل ، ونسبة الملح تتراوح مابين ١٠ – ٣٥ ٪ من وزن السمك حسب نوع السمك وحالة الطقس ويوضع الملح بين طبقات السمك .

والسمك أسرع تعرضا لتلف عن اللحم ، فمعدل تلفه سريع جدا ، خاصة على درجات حرارة الجو فى الدول الحارة ، لذا يفضل تبريده عقب صيده ، وإن كان الحصول على الثلج قد لايكون متيسرا ، سواء كلية أو جزئيا ، ففى هذه الظروف يفضل تجفيفه بسرعة فى الشمس والهواء ، ويساعد فى ذلك التمليح والتدخين كطرق حفظ متوارثة فى كثير من الدول . وأساس عملية التجفيف والتمليح هو خفض نشاط الماء حتى تقف عمليات تلف السمك ، سواء بإزالة الماء أو بإضافة الملح لجعل الماء غير متاح للكائنات الدقيقة . وتفتح الأسماك لتجويفها وفلطحتها (وقد تشفى من العظم) ثم تجفف شمسيا ، أو بدلا من التجفيف الشمسى تجفف ببطء وتدخن على نار خشب ، وإذا أضيف الملح قبل التجفيف فإن الماء المطلوب إزالته من السمك يكون أقل . وقد يجرى التمليح والتجفيف معا أو كطريقتين منفصلتين للحفظ .

وفى جنوب شرق آسيا يعتبر السمك المخمر فى صورة معجون أو عصير ذو أهمية أكثر من التمليح والتجفيف كطرق حفظ والتى تعتبر (أى التمليح والتجفيف والشى والتدخين) أكثر شيوعا فى إفريقيا لحفظ السمك . وينشأ التخمر من فعل الإنزيمات المحللة والكائنات الحية الدقيقة ، ويتحكم فى فعل البكتريا (بواسطة وجود تركيزات عالية من الملح) لإعطاء الطعم والقوام المرغوبين .

ويشبه عصير السمك فى طعمه طعم عصير الصويا وتنتجه تايلاند (nam - pla) والفلبين (Patis) و ڤيتنام (nuoc - mam) وماليزيا (budu) . وتنتج عجينة السمك فى تايلاند (Kapi) وأندونيسيا (trassi) ولاوس (Padec) والفلبين (bagoong) .

وعادة لاتحتوى منتجات السمك المخمرة الشعبية أى خطورة على الصحة لو أعدت بحرص وعناية . لكن هناك نوعين من البكتريا تسبب التسمم الغذائى وهما ذات أهمية عظمى لما تنتجانه من سموم ، ولذا يتطلبان وقتا لنموهما ولإنتاجهما للتوكسينات ، وهما بكتريا Clostridium botulinum (ويثبطها إضافة الملح بنسبة ١٠ - ١٢ ٪ ودرجة حموضة أقل من ٤,٥) وبكتريا Staphylococcus aureus (ويثبطها وجود الملح بنسبة ١٥ - ٢٠ ٪ ودرجة حموضة أقل من ٤,٥ - ٥,٠) .

ويحضر عصير السمك Fish sauce بخلط السمك الصغير (بدون تجويف) مع ملح بنسبة ٦ سمك : ٤ - ٥ ملح ، ويوضع المخلوط فى زلع Pots ويحكم غلقها وتدفن فى الأرض لعدة شهور ، تستخرج الزلع وتفتح ، ويسحب الرائق ويستخدم كعصير . وقد يضاف إليه كرامل العسل النحل أو عصائر فواكه أو ذرة محمصة أو أرز محمص . وقد يعتق هذا الرائق فى برطمانات فى الشمس قبل الأستخدام . وهذا العصير عبارة عن بروتين السمك المتحلل إلى أحماض أمينية بفعل إنزيمات التحلل فى أنسجة السمك وفى الميكروفلورا وفى بعض الإضافات من الفواكه . ويتحكم فى هذه العملية تركيز الملح العالى وانخفاض رقم الحموضة . وتستخدم أسماك المياه العذبة والشروب والمالحة فى هذا المنتج ومن بينها السردين والأنشوجة والماكريل والمبروك والرنجة والجوبى . وقد ينتج عصير السمك من عمل معجون السمك أو عصيدة السمك Fish paste كما فى الفليبين واندونيسيا ، فبعد خلط السمك والملح وتخمره فى أوان وترشيحه ، فالراشح هو العصير والراسب هو العصيدة .

أما عصيدة السمك فتشكل نصف إنتاج الأغذية البحرية المصنعة فى اليابان ، تسوق كسجق سمك Fish sausages ولحوم وفى أشكال تقليدية (Kamaboko and chikuwa) ، وهذه المنتجات مملحة لكنها غير متخمره ، وعادة تعالج حراريا قبل استهلاكها . وتعد عصيدة السمك غير المتخمرة بإزالة عظام السمك الطازج ونقعه عدة مرات فى مياه متغيرة لنظافته ولتشجيع تكوين چيل ، يهرس ويعتق ١٢ ساعة لعمل شبكة مطاطة من بروتينات السمك . وفى أثناء الهرس يضاف الملح والتوابل ثم تقلى أو تتحمص أو تعالج بالبخار وتضاف فى حساء خضروات ويضاف إليها عصير الصويا والفلفل . وعصيدة السمك أهم من عصيره ، وإما تنتج العصيدة من السمك المملح أو من السمك المملح والمخمر فى وجود الدقيق أو الردة أو الأرز أو فول الصويا المطبوخة أو المقلية أو المحمصة والمحتوية على خمائر وأعفان . وقد تصنع هذه العصيدة من مخلوط السمك والجمبرى وبيض السمك وبيض الجمبرى ، وقد يضاف إليها أحد منتجات تخمر الأرز كما فى الفلبين ويطلق عليه Bagoong .

الفصل الثامن
التحاليل المعملية

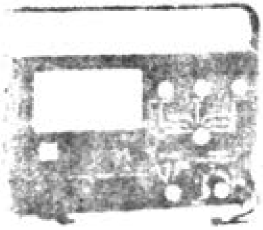
يمكن إجراء كثير من التحاليل المطلوبة للماء فى الموقع (الحقل) باستخدام قرص الشفافية لقياس العكارة ومدى وفرة البلانكتون ، الترمومتر لقياس درجة الحرارة ، أجهزة P^H محمولة تعمل بالبطارية لقياس P^H الماء وتوصيله الكهربى ، رفراكتوميتر لقياس الملوحة والكترود قياس الأوكسجين وغيرها . والآن توجد حقائب تمكن من التقدير النصف كمى لكثير من الأيونات المختلفة فى الماء بجانب الغازات الذائبة والتوصيل الكهربى و P^H . وللتقديرات الدقيقة يتطلب تحليل المياه فى المعامل .

أخـــذ العينـــات :

لإجراء التقديرات المعملية يتطلب الأمر جمع عينات ماء من الأجسام المائية فى زجاجات جمع عينات ذات سدادات من الزجاج يمكن فتحها تحت سطح الماء ، وتجمع العينات من الأعماق وليس من الماء السطحى . وقد يتطلب الأمر ترشيح العينة ، وكذلك قد تحتاج إلى الحفظ لحين إجراء التحاليل المختلفة ، فتحفظ بالتجميد على -١٥°م ، أوباستخدام الثلج الجاف (ثانى أوكسيد كربون صلب) ، أو تحفظ بإضافة حمض الكبريتيك المركز (٢ عيارى) بمعدل ٥ مل / لتر أو الكلوروفورم (٥ مل / لتر) أو حمض النيتريك المركز (٥ مل / لتر) وذلك حسب التقديرات المتطلب إجراؤها .

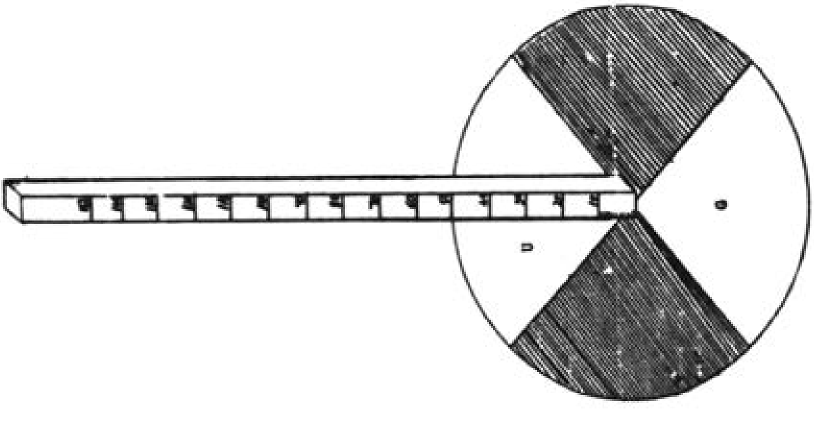
إن الحصول على عينة ممثلة representative sample من الماء من الأمور غير السهلة ، وذلك راجع للتغيرات المستمرة فى تدفق الماء ومحتواه من العوالق الصلبة وفى درجة الحرارة وظروف الإضاءة والرواسب والطين . وعليه فتكرار أخذ العينة ومكانها والمعاملة المبدئية للعينة كلها أمور تتوقف على ماسيحلل فى العينة والمشكلة محل الدراسة .

ولدراسة الكائنات الحية السابحة فى الماء تستخدم شباك خاصة لجمعها وتركيزها ، وكذلك لجمع عينة تربة من القاع لدراسة الكائنات القاعية تستخدم شباك خاصة (جرافة ، هلب ، خطاف) كما تستخدم شباك بلانكتون قاع .

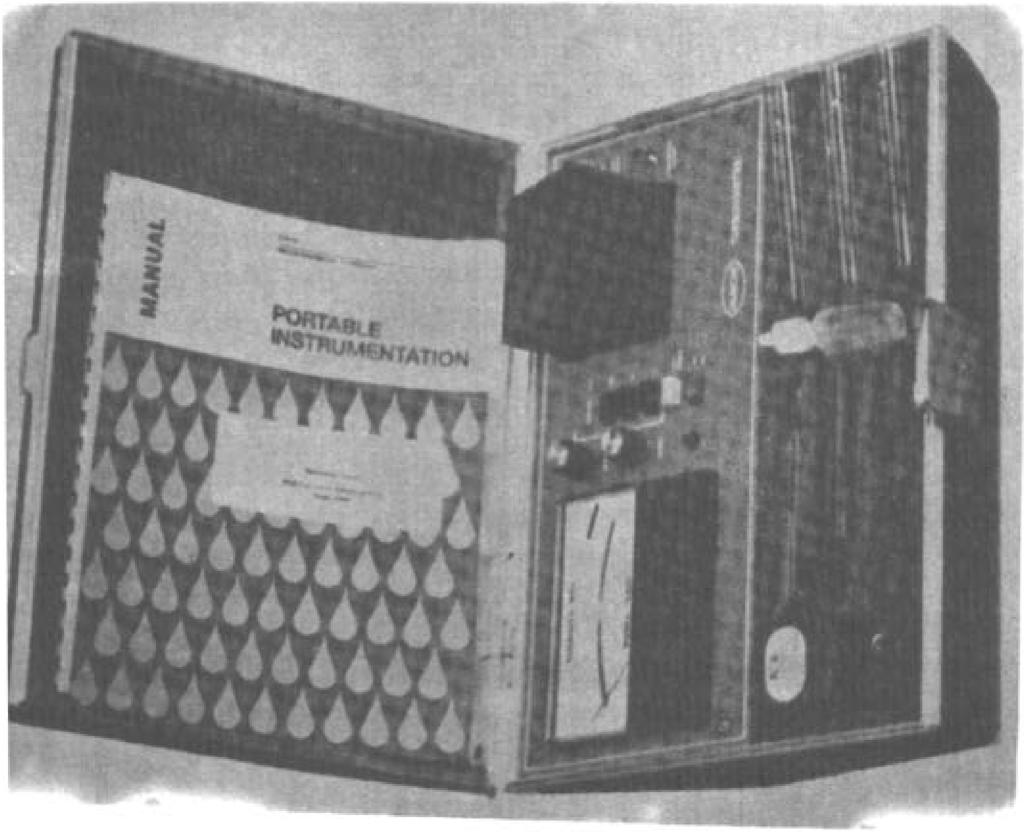


جهاز تقدير أوكسجين ذائب

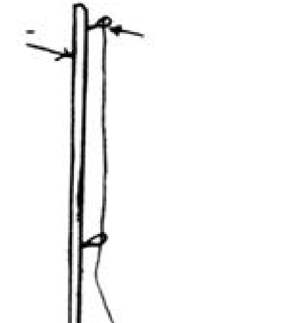
رفراكتوميتر لقياس الملــوحة



قرص (مقياس) الشفافية

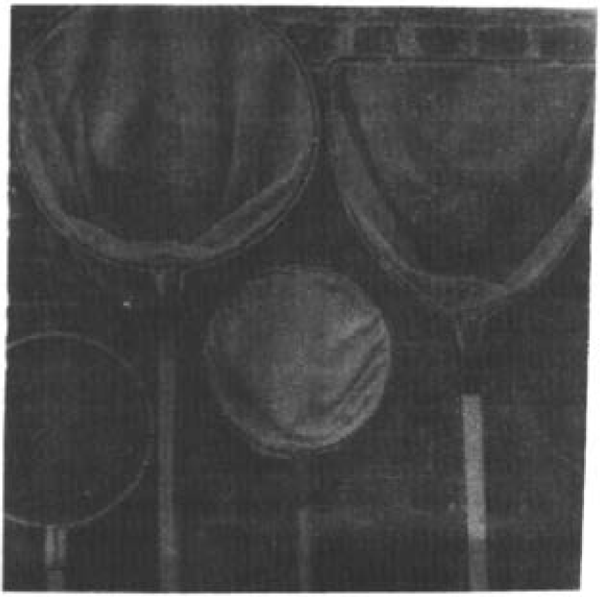


حقيبة تحليل المياه الحقلى



زجاجة جمع عينة ماء

تجهيزات أحد معامل مركز بحوث الأسماك بهيئة تنمية بحيرة السد العالى



نماذج مختلفة لشباك (مغرفة ، ملوق) Scoop مزدوجة الإطارات

وتقاس **العكارة** بالعمق الذى تتلاشى عنده رؤية الأجسام (كما فى استخدام قرص الشفافية) وقد يعبر عنها بالمليجرامات من الطين العالقة فى لتر ماء (جزء / مليون) فى المعمل .

ويجرى تقدير P^H **الماء** باستخدام جهاز P^H أى بالالكترود ، سواء أكان الجهاز يعمل بالكهرباء أو بالبطارية ، أو بمقارنة لون العينة المعاملة بالدلائل محددة P^H ، أو باستخدام ورق دليل عالى لقياس P^H السوائل .

ولقياس **التوصيل الكهربى** الدال على التركيز الكلى للأيونات فيستخدم عادة نفس جهاز P^H إن كان مزودا بمقياس للتوصيل الكهربى . وتتوقف درجة التوصيل الكهربى كذلك على درجة الحرارة ، لذا ينبغى ضبط الجهاز لدرجة الحرارة أو استخدام معامل تصحيح . وهناك أجهزة قياس توصيل كهربى خاصة تعمل بالتيار المستمر أو المتردد . ويتم تصحيح القراءة كذلك لتركيز أيون الهيدروچين إذ تتأثر شدة التوصيل الكهربى بالحموضة والقلوية . ويفيد قياس التوصيل الكهربى لحساب ملوحة الماء من جداول خاصة طبقا لدرجة حرارة الماء . علما بأنه قد تقدر **الملوحة** كذلك بواسطة انكسار الضوء باستخدام جهاز Refractometer .

وتقدر كل من **الأمونيا والنيترات** باستخدام جهاز P^H (P^H - meter) مع تغيير الالكترود ومقياس الجهاز ليكون تدريجه بالمليڤولت مع الاستعانة بمحاليل قياسية لرسم منحنى قياسى لكل من الأمونيا والنيترات يساعد فى حساب تركيز كل منهما فى الماء .

ويقدر **الأوكسچين الذائب** فى الماء ، بأن يستخدم الكترود الأوكسچين بأجهزته المتعددة والمتطورة التى تعمل فى الحقل أو فى المعمل بالتيار المتردد أو المستمر ، أو يقدر كيماويا بالتفاعل مع كبريتات المنجنيز فى وجود يوديد البوتاسيوم فى وسط حامضى ومعاير اليود المتحرر بثيوسلفات صوديوم فى وجود دليل نشا . ويعدل تركيز الأوكسچين حسب درجة الحرارة والملوحة والارتفاع عن سطح البحر .

وتقدر القلوية : بمقياس المانى يطلق عليه Säurebindungsvermögen (SBV) لقياس القلوية بالمعايرة بحامض قياسى فى وجود دليل الميثيل البرتقالى لنهاية نقطة تعادل عند P^H ٤,٥ حيث كل وحدة SBV تعادل ١ مللى مكافىء للتر الماء أو ٥٠ مجم كربونات كالسيوم / لتر . أو ٢٨ مجم أوكسيد كالسيوم / لتر وهو مقياس يدل على إنتاجية الأحواض ، فمثلا :

٣,٥ وحدات SBV (١٧٥ مجم كا ك أ٣ / لتر) تدل على سوء البيئة الراجع للتكلس الذى يضر الخياشيم والإنتاج البيولوچى ، ١,٥ وحدة SBV (٧٥ مجم كا ك أ٣ / لتر) تدل على بيئة غنية، أقل من ٠,١ وحدة SBV (أقل من ٥ مجم كا ك أ٣ / لتر) تدل على بيئة فقيرة. والبلطى تناسبه درجة عسر متوسطة ٢ – ٣,٥ .مللى مكافىء / لتر أى حوالى ١٠٠ – ١٧٠ جزء / مليون .

ولقياس **العوالق الصلبة** قد ينصح بأخذ عينات كل منها ١٠ لتر أو أكثر فى جرادل وتترك ليلة ثم يسكب الرائق فيجمع من كل جردل (١٠ لتر) حوالى ١/٤ لتر متبقى . ينقل إلى كأس ويكرر ترسيبه . وقد

تقدر العوالق الصلبة بالطرد المركزى مع قياسى حجم الرائق وحجم الراسب وينسب حجم الراسب إلى حجم الرائق . وفى حالة الطمى الذى لايرسب ويظل معلقا فقد يستخدم معه أيونات الألمونيوم لترسيبه. ويجفف (٨٠ – ١٠٥°م) أو يجفد Freeze - dried الماء ذو المادة المعلقة .

والكائنات البحرية تتكون من :

أ – السوابح nektons أى الكائنات الحية الكبيرة المتحركة بسرعة (كالأسماك والجمبرى وخلافها) .

ب – والعوالق Plankton أى الكائنات الحية الدقيقة نباتية وحيوانية .

وتنقسم **العوالق النباتية** Phytoplankton من حيث حجمها إلى عوالق دقيقة جدا nanoplankton (أقل من ٢٠ ميكرون) وعوالق نباتية دقيقة Phytomicroplankton (٢٠ – ٢٠٠ ميكرون) .

أما **العوالق الحيوانية** Zooplankton فتكون (بجانب الميكروبات) تقريبا من كل المجاميع الأساسية من الحيوانات كاليرقات والبيض . وتنقسم العوالق الحيوانية من حيث الحجم إلى :

١ – عوالق صغيرة macroplankton (أكبر من ٢ سم).

٢ – عوالق متوسطة mesoplamkton (٠,٢ – ٢٠ مم).

٣ – عوالق دقيقة microplankton (٢٠ – ٢٠٠ ميكرون).

تثبت عينات **الهوائم النباتية** للتحليل بمحلول فورمالين ٤٪ فى الحال عقب جمعها ، وتعد الهوائم النباتية باستخدام الهيموسيتوميتر Haemocytometer ، بعد تركيز الحجم المثبت وذلك بالطرد المركزى بسرعة ٤٠٠ لفة / دقيقة لمدة ١٥ دقيقة ، ويسحب الرائق بماصة حتى يترك ١ – ٢ مل من العينة على قاع أنبوبة الطرد المركزى ، يعلق راسب الهوائم النباتية فى المتبقى من الرائق وتؤخذ منه قطره على غرفة الهيموسيتومتر للعد .

أما عينة **الهوائم الحيوانية** فتؤخذ بجامع عينات عليه مخروط من شبكة هوائم نيلون قطر فتحاتها ٢٠٠ مللى ميكرون . وهذه الشبكة مربوطة لزجاجة عينات سعة ٢٥٠ مل ، تصب محتوياتها إلى إناء حفظ . ويستخدم فورمول / كحول (٤٠ ٪ فورمالين تجارى + ٧٠ ٪ كحول إيثايل) كمادة حافظة .

ويقدر فى العوالق النباتية كمية الكلوروفيل بالجرام / م٣ لتقدير نشاط التخليق الضوئى (بناء ضوئى) أو التخليق الضوئى بالجرام كربون ن/ م٢ / يوم، بينما يقدر فى العوالق الحيوانية كميتها وزنا ، فوزنها يرتبط بكمية السمك المتواجدة .

رغم أن **تحليل الدم** يعطى كم معلومات كبير ، إلاأن جمع العينات ذاتها يعد مشكلة ولايمكن أداؤها

بشكل روتيني بسيط . لذلك أقترح أخيرا استخدام مخاط الجلد بدلا من الدم كبديل يستقى منه المعلومات الصحية . فالمخاط سهل الجمع ويظهر الضغوط العامة والنوعية على السمك .

ويجمع المخاط بمسح جوانب السمك برفق على أنبوبة اختبار لطرده مركزيا للحصول على عينة رائق للتحليل . ولقد وجد أن المخاط أفضل للدلالة على صحة السمك من خلال تقديرات نشاط إنزيم اللاكتيك دى هيدروجيناز ، إنزيم جلوتاميك أوكسالواسيتيك ترانس اميناز ، والصوديوم والكالسيوم والكلور فى أسماك Chanos chanos ، وكذلك من خلال تقدير نشاط إنزيم الكرياتين فوسفوكيناز والحديد فى سمك البورى ، وبتقدير نشاط إنزيم جلوتاميك أوكسالواسيتيك ترانس اميناز والكالسيوم فى سمك البلطى الماكروشير Sarotherodon macrochir ، وبتقدير نشاط إنزيم البيرفيك ترانس اميناز والبوتاسيوم لسمك البلطى الموزامبيقى . بينما كان تحليل السيرم أدق فى الجلوكوز واللاكتيك دى هيدروجيناز والكوليسترول للبورى ، وفى الجلوكوز والحديد والكلور فى البلطى ماكروشير وكوليسترول البلطى الموزامبيقى . أى أن كل من تحاليل السيرم والمخاط تختلف نتائجها باختلاف أنواع السمك وتختلف أهميتها باختلاف المكون الذى يحلل له ، والمخاط يمكن كذلك من دراسة تغييرات قيم P^H والأجسام الكيتونية لذلك أعتبر أن دراسة المخاط عملية ومفيدة لإعطاء معلومات صحية .

ولمزيد من التفصيل بشأن التحاليل المعملية للدم و لكل من السمك والمياه للمزارع السمكية يمكن الرجوع إلى كتاب " التحاليل المعملية والإنتاجات الحيوانية " للمؤلف .

الباب الثالث

الأمـــــراض

تمهيـد :

تتعدد أمراض الأسماك وتتباين فى نوعها وشدتها ومسبباتها سواء فى الطبيعة أو فى المزارع ، إلا أن شدة كثافة التخزين فى الاستزراع تؤدى إلى انتشار الأمراض بشكل أكثر ، سواء عن طريق الماء أو الغذاء ، عن طريق الطيور المائية أو الأسماك الأخرى المريضة ، عن طريق سوء الظروف البيئية أو الأعداء الطبيعية ، عن طريق الطفيليات خارجية أو داخلية ، عن طريق البكتيريا والفيروس أو الفطريات ، عن طريق الطحالب أو الملوثات بأنواعها ، فتنتشر الأمراض والأوبئة السمكية Fish epidemics مما يسبب خسارة إقتصادية فى المحصول السمكى ، وإن كانت تهدد أيضا صحة الإنسان فى كثير من الأحيان خاصة الأمراض التى تسببها الملوثات الميكروبية أو الكيماوية كما حدث فى اليابان من ارتفاع مستوى الزئبق مما أدى إلى أنتشار مرض سمى باسم الجزيرة التى انتشر فيها التسمم Minamata disease . وهناك أمراض تسبب فقد كبير فى الأسماك كالاستسقاء المعدى Infectious dropsy .

وقد تنقسم أمراض الأسماك من حيث العضو الذى تصيبه إلى أمراض جلدية أو خيشومية أو كبدية وغيرها ، ومن حيث الأنواع التى تصيبها إلى أمراض مبروك وأمراض تراوت وغيرها ، ومن حيث العمر الذى تصيبه إلى أمراض صغار الأسماك وأمراض أسماك ناضجة ، ومن حيث الموسم الذى تنتشر فيه إلى أمراض ربيع وأمراض صيف وهكذا ، ومن حيث مسبباتها إلى أمراض طفيلية وأخرى غذائية أو أمراض تخزين ، وأمراض تصيب بعض الأسماك وأخرى وبائية . قال تعالى ﴿ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون﴾ – الروم : ٤١ .

الفصل الأول
الأمراض الغذائية

ترتبط بعض الأعراض المرضية بالأغذية والحالة الغذائية ، ففى الطبيعة قد تندر التغذية الطبيعية فى أحد المواسم لصعوبة الظروف الجوية وتمر الأسماك بحالة صيام اضطرارى مصحوبا بأعراض نقص تغذية، أو أن تزدهر بعد الطحالب السامة فى أحد المواسم فى بعض المواقع فتؤدى إلى حالات مرضية للأسماك المغذاة على مثل هذه الطحالب فى هذه الظروف ، أو أن تنتشر الملوثات المختلفة فى الماء وتتركز فى الغذاء الطبيعى للأسماك مما يمرض الأسماك ويسممها ، أما فى ظروف الاستزراع فالمشاكل أعظم من ذلك لصعوبة تكوين علائق متزنة تغطى كافة احتياجات السمك ، إذ أن هذه الاحتياجات غير ثابتة لتوقفها على نوع السمك وعمره وحالته الفسيولوجية وظروف البيئة من درجة حرارة وقلوية وحموضة وأوكسچين ذائب وملوحة وطقس وغيره مما يجعل العلائق الصناعية دائما غير متزنة فتظهر أعراض نقص أحد أو بعد المغذيات الضرورية ، أو أن يساء تخزين العلائق ويساء اختيار جودة مكوناتها مما يعرضها للإصابات بالعفن والفطر وربما البكتيريا فتضر التغذية بالأسماك . فأشهر الفيروسات المرضية للأسماك تنتقل خلال الغذاء ، وكثير من الحشرات (غذاء مناسب للأسماك) تعتبر عائلا وسيطا للطفيليات التى تصيب الأسماك التى تتغذى على الحشرات ومن بين هذه الطفيليات الديدان الورقية Trematodes مثل الديدان الكبدية Liver flukes . وزيادة الجزء النباتى من بروتين عليقة الأسماك (وما يحتويه من سموم ونقصه فى ڤيتامينات أ ، ج ، الريبوفلافين) يؤدى إلى أمراض العيون فى الأسماك (السالمون) من بينها عتامة العين Cataract ، وإن كان مسحوق السمك الأبيض كمصدر بروتين أساسى فى علائق الأسماك يؤدى أيضا إلى عتامة عدسة العين لعدم الاتزان المعدنى ولنقص بعض المعادن فى العليقة . ولقد وجد أن إضافة المثيونين إلى علائق التراوت المحتوية على بروتين صويا تمنع ظهور عتامة عين السمك .

بروتين العليقة :

أفضل البروتينات ما كانت من السمك ، ورغم ذلك تختلف مساحيق السمك فيما بينها فى معاملات هضمها ، بل إن معاملة بعض المساحيق بحرارة مرتفعة تسبب زيادة نسبة نفوق السمك وأمراض الكبد . وبإضافة مخلفات المجازر ودهون الخنازير ولحومها ودهون البقر وجد أنها غير ملائمة للتراوت والأسماك النهرية وتؤدى إلى إتلاف الكبد . وزيادة بروتين العليقة (٤٤٪) قد يؤدى إلى الكبد الدهنى Hepatic

lipidosis فى الأسماك (بلطى أخضر) ، كما أن انخفاض البروتين (١٣ ٪ فى مخلفات البيرة) يظهر أعراض نقص مؤدية إلى نفوق الأسماك (بلطى موزمبيقى) . وقد أدت تغذية التراوت على بروتين وحيد الخلية (SCP) كمصدر وحيد للبروتين أدت إلى خفض استهلاك الأكل واضطرابات كلوية (لتراكم حمض اليوريك) . واضطراب ميتابوليزم البروتين / أحماض نووية مؤديا إلى شذوذ فى تخليق كرات الدم الحمراء Abnormal erythropoiesis مؤديا إلى أنيميا صغر كرات الدم Microcytic hypochromic anaemia .

والعبرة ليست فقط بمستوى بروتين العليقة ، بل كذلك بنسب الحماض الأمينية ، إذ أن فى حالة عدم صحة هذه النسب بين الأحماض الأمينية الأساسية ، يؤدى ذلك إلى ضعف نمو السمك حتى مع ارتفاع المحتوى البروتينى . ففى التراوت على عليقتين متساويتين البروتين إلا أن إحدى العلائق بها مسحوق جثث والأخرى مسحوق سمك ، فاختلفت القيمة الغذائية رغم تساوى البروتين ، فكان التحويل الغذائى للأولى ١ : ٦,٣ وللأخرى المحتوية على مسحوق السمك ١ : ١,٩ ، وذلك لاختلاف محتواهما من الأحماض الأمينية خاصة الميثيونين ، فمن النواحى الأقتصادية يعتبر من المفيد جدا إمداد العليقة النقاصة بهذا الحمض الأمينى الكبريتى دون الزيادة التى تضر باتزان الأحماض الأمينية ، وبالتالى تضر بالقيمة الغذائية والاستفادة من العليقة . فقد وجد أن إضافة ٠,٢ – ٠,٥ ٪ ميثيونين لمدة قصيرة يقى من تلف الكبد الدهنى فى حالات مختلفة ، مع إضافة الكولين كذلك فى نفس الوقت .

وهناك أحماض أمينية أساسية لاتستطيع الأسماك تخليقها والتى بدونها لاتنمو بل تعانى من أمراض نقصها مثل التشوهات التشريحية وعتامة عدسة العين Lens cataract ، وهذه الأحماض الأمينية ينبغى أحتواء العليقة عليها .

فمعروف أن نقص بعض الأحماض الأمينية يؤدى إلى أعراض مرضية مميزة ، وكلها تدفع إلى فقد الشهية للأكل ، فينخفض استهلاك الأكل ، ويترتب على ذلك انخفاض معدل النمو والنشاط . وأخيرا تم توصيف أعراض أكثر تخصصا كما فى التراوت المغذى على علائق ينقصها التربتوفان ، فيظهر انحناء للعمود الفقرى عارض Transient scoliosis ، والأربطة الغضروفية notochord لكل الأسماك المنحية العمود الفقرى scoliotic fish تضار من تمدد المادة الليفية (على الجانب المقعر للسمك) بين الزوائد الغضروفية . والأسماك التى تعانى النقص تظهر حساسية ، وتحتجز كالسيوم بشكل غير عادى فى كل من الرقائق العظمية المحيطة بالأربطة الغضروفية للعمود الفقرى وكذلك فى الكُلى فتؤدى إلى تكلسها Calcinosis فنقص التريبتوفان فى التراوت يؤدى إلى تشوهات Scolioses & Lordoses تماثل التى تحدث عند نقص حمض الاسكوربيك . ونقص الميثيونين يؤدى إلى العمى لحدوث غشاوة (مياه) العدسات . وغياب الليسين يؤدى إلى جروح جلدية تكون فرصة لعدوى ثانوية بالطفيليات الخارجية . وبينما نقص التربتوفان فى علائق البلطى يؤدى إلى خفض النمو وتشويه الرأس والذيل مع بروز مقلة العين Exophthalmia .

الكربوهيدرات :

زيادتها فى علائق الأسماك غير مرغوبة ، فقد أدت زيادتها فى علائق البلطى (فى صورة ناتج مطاحن) إلى خفض النمو والتشويه وبروز العين ، ويتم علاج هذه الأعراض بزيادة بروتين العليقة الحيوانى والنباتى . وتتأثر أسماك المياه الباردة وآكلة اللحوم بشكل أكبر بزيادة محتوى علائقها من الكربوهيدرات ، إذ تتهدم خلايا أكبادها وتزيد محتوياتها من الجليكوجين وزيادة دهن الأحشاء ودليل الكبد الجسمى ونسبة النفوق . فاحتمال أسماك التراوت منخفض جدا للجلوكوز (لانخفاض ميتابوليزمة ونقص الأنسولين) . وكذلك أسماك موسى أظهرت زيادة جليكوجين أكبادها عند تغذيتها على عليقة بها ٢٠٪ كربوهيدرات (من الجلوكوز والدكسترين) . وزيادة نشا عليقة التراوت يصاحبها انخفاض شديد فى امتصاصها (قد يصل معامل الهضم ٢٦ ٪ عند زيادة النشا إلى ٦٠ ٪) مع انخفاض تركيز البروتين والنحاس فى الكبد ووجد أن زيادة جليكوجين الكبد تخفض من تحمل السمك للتسمم بالنحاس . فزيادة كربوهيدرات عليقة التراوت تصاحبها دائما انخفاض فى وزن الجسم ، فزيادة الكربوهيدرات عن ١٤ ٪ من عليقة هذه الأسماك غير ذى فائدة بل ضار فيخفض كذلك من بروتين العضلات لانخفاض استهلاك الغذاء والأضرار بالأنظمة الإنزيمية الخلوية خاصة بالكبد .

الدهـــون :

تحتمل الأسماك الدهون فى العليقة وأهمها زيت السمك ، وقد يؤدى رفع مستوى الدهن فى العليقة إلى أعراض غير مرغوبة كالتهاب العضلات وتثبيط النشاط الإنزيمى المشجع لتخليق الدهون فى السمك . ونقص الدهون (الأحماض الدهنية الأساسية) يؤدى إلى تلوين الجسم وخشونته وتلف الزعنفة الذيلية ، ونقص حمض اللينولينيك يؤدى إلى أعراض نقص تشمل انخفاض النمو وجروح الزعنفة الذيلية وأعراض صدمة وبهتنه الكبد ، فالأحماض عديدة عدم التشبع ضرورية للنمو ونقصها يؤدى إلى زيادة النفوق وزيادة محتوى الأنسجة من حمض ايكوساترينويك Eicosatrienoic acid وأمراض القلب Heart myopathy . إلا أنه قد تحتوى الزيوت الطبيعية على بعض المواد السامة مثل منتجات بذور القطن فتحتوى على أحماض دهنية حلقية Cyclopropenoid fatty acids وجوسيبول Gossypol (صبغة سامة) تؤدى إلى خفض معدل النمـــو فى السمـــك وتزيد حـــدوث الخراجات (أورام خبيثة) Tumors التى تسببهـــا الافلاتوكسينات (هيدروكربونات حلقية مسببة للسرطان) . والدهون ذات الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تكون عرضة للأكسدة الذاتية بفعل مساعدة المعادن الثقيلة وصبغات الدم . إضافة فيتامين هـ (الفا – توكوفيرول) يحمى الأسماك من آثار تزنخ مسحوق السمك ، فإضافة ٥ مجم الفا – توكوفيرول / ١٠٠ جم عليقة تمنع أعراض نقصه (فقد الشهية وانخفاض معدل النمو والتشنجات والنفوق) وتحسن معدل النمو . وتؤدى تغذية أسماك المبروك على دهون مؤكسدة إلى خفض النمو وتثبيط تخليق الجليسريدات .

الڤيتامينات :

فقر التغذية فى الڤيتامينات (عليقة غنية بالنشويات) يؤدى إلى زهرى السمك Fish Pox كقرح بيضاء رمادية جيلاتينية على الجلد ، قد تتحول إلى قوام غضروفى مع طراوة وتشوه الهيكل . فالتغذية الصناعية تتطلب إغنائها بالڤيتامينات وإلا يتدهور النمو وتظهر أعراض مميزة للنقص وقد تؤدى إلى نفوق السمك . فنقص ڤيتامين A ، B_1 ، B_2 ، B_6 ، حمض البانتوثينيك وڤيتامين C كلها تخفض من نمو أسماك التراوت ، وتظهر تشوهات بالعمود الفقرى . ويظهر نقص الڤيتامينات فى علائق القراميط أعراض نقص الشهية للأكل وانخفاض النمو وتغييرات لونية ونقص الاتزان وعصبية ونزيف وجروح وكبد دهنى . كما يؤدى نقص كل من ڤيتامينات A ، C أو الريبو فلاڤين فى علائق التراوت إلى نزف العين وجحوظها وترق القرنية .

الثيامين أو B_1 : يؤدى نقصه إلى ضعف النمو وفقدان الشهية للأكل ، سرعة الإثارة ، تشنجات، فقدان الاتزان ، وتغييرات فى موقع وأمتلاء المثانة الهوائية ، وعتامة القرنية وأوديما وأنيميا وفشل كبدى . وقد ينشأ ذلك لارتفاع محتوى العليقة من الكربوهيدرات أو لوجود مضاد الثيامين فى السمك النيىء بالعليقة، ضعف التحويل الغذائى ، تلون الجلد . وقد تنشأ هذه الأعراض لوجود الأمبرول والبيريثيامين واوكسيثيامين فى العليقة .

نقص **الريبوفلاڤين** فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط يشمل أعراض مثل نقص النمو ، نقص الكفاءة الغذائية ، عدم الشهية للأكل ، وإظلام عدسة العين Cataract ، أسوداد اللون dark coloration ، ونزف hemorrhage (فى العين والأنف والغطاء الخيشومى وأجزاء أخرى من الجسم) ، عدم اتزان incoordination ، أنيميا فى بعض الحالات ، وزيادة النفوق .

ونقص **النياسين** فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط يسبب خفض النمو والكفاءة الغذائية واستهلاك الأكل ، عدم اتزان ، احتقان الخياشيم ، زيادة النفوق ، اضطرابات معوية ، أضرار جلدية ، وأنيميا وأضرار بالقولون ، شرود الحركة ، تلون الجلد بلون غامق . أعراض بلاجرا Pellagra ، وترنح Ataxia ، ونفوق وتشنجات عضلية Spasms ، وحساسية من الأشعة فوق البنفسجية ، ونزف جلدى . إلا أن زيادة النياسين (إلى ١٠ آلاف جزء / مليون) يؤدى إلى زيادة دهن الكبد .

وأعراض نقص **حمض البانتوثينيك** فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط تشمل خفض النمو والتحويل الغذائى واستهلاك الغذاء ، وتكتل الخياشيم Clubbed gills ، عوم بطىء (كسل) sluggish swimming ، تثبيط عمل غطاء الخياشيم ، أنيميا ، ارتفاع معدل النفوق ، أضرار كلوية .

نقص **البيريدوكسين** فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط والشلبة Bream له أعراض منها خفض محسوس فى النمو والتحويل الغذائى واستهلاك العلف ، أوديما edema ، اضطراب الحركة ataxia، تقرن العين وجحوظها exophthalmia ، حساسية للأثارة شديدة hyperirritability ، زعانف

صريعة epiliptiform fins ، انيميا ، عوم شارد erratic أو حلزونى spiral ، عدم قدرة على القبض على الغذاء ، تنفس سريع كاللهث gasping like ، ثبات الغطاء الخيشومى ، نقص نشاط انزيمات نقل مجاميع الأمين (جلوتامات اوكسال اسيتات ، جلوتامات بيروفات) ، وشدة النفوق . وربما تظهر أعراض النقص بسرعة ، غالبا فى ظرف ٤ - ٦ أسابيع. نقص **البيوتين** فى السالمون والتراوت والمبروك يظهر أعراضا منها انخفاض النمو والكفاءة الغذائية ، أنيميا مصاحبة لزيادة كرات الدم البيضاء وكرات الدم الحمراء غير الناضجة ، ضمور الخلايا العنقودية البنكرياسية Pancreatic acinar cells ، ترسيبات تشبة الجليكوچين فى الانابيب البولية ، امتداد الكبد وشحوب لونه enlarged pale liver ، انخفاض مستوى حمض دوكوسا بنتينويك docosapentaenoic acid فى الكبد ، انخفاض نشاط إنزيم اسيتيل كوانزيم (A) كربوكسيلاز وإنزيم بيروفات كربوكسيلاز فى الكبد ، زرقة مخاط الجلد مؤقتا ، نفوق ، ضمور العضلات ، تشنجات ، أضرار بالأمعاء الغليظة ، ونفوق . نقص **حمض الفوليك** فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط اعراضة تشمل انخفاض النمو والتحويل الغذائى ، أنيميا متميزة من نوع عدم تجانس حجوم الخلايا وتشوهها anisocytosis and poikilocytosis ، شحوب لون الخياشيم ، أسوداد لون الجلد ، حالة سبات (نعاس) lethargy ، نفوق . وتظهر أعراض النقص بعد فترة طويلة من التغذية ، عموما ١٥ أسبوعا أو أكثر .

ويؤدى نقص **ڤيتامين B_{12}** (سيانوكوبلامين) إلى أنيميا صغر كرات الدم الحمراء ، وانخفاض تركيز الهيموجلوبين ، شحوب لون الخياشيم والكلى والكبد مع تدهور الكبد والتهاب الكلى واستسقاء بطنى وفقد القشور وجحوظ العينين وعوم شارد ، انخفاض التحويل الغذائى .

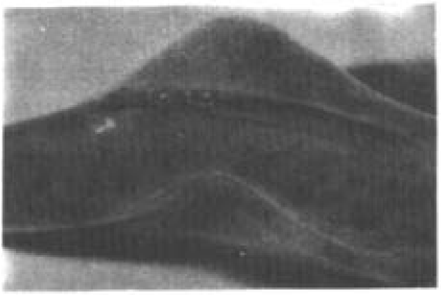
نقص **الكولين** يسبب انخفاض النمو والتحويل الغذائى ، أنزفة (فى الكبد والكلى والأمعاء) ، كبد دهنى ، وذلك فى السالمون والتراوت والمبروك والقرموط والشلبة . وتتوقف شدة وطبيعة أعراض النقص والزمن اللازم لظهورها على نوع السمك والعليقة . ويخلق تراوت البحيرات كولين بكفاية من ميثيل - ودى ميثيل امينو ايثانول وليس من امينو ايثانول أو بيتائين .

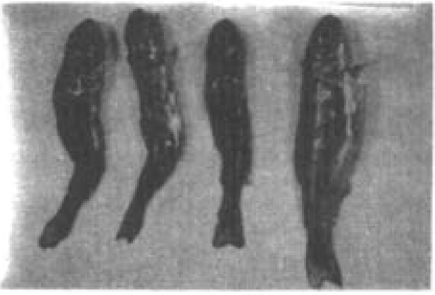
أعراض نقص **حمض الاسكوربيك** فى السالمون والتراوت والقرموط تشمل نقص النمو والتحويل الغذائى ، أنيميا ، تشوهات عظمية (تقوس العمود الفقرى lordosis , scoliosis) الأضرار بتخليق الكولاچين والتئام الجروح ، إزالة صبغة الجلد ، نزف (فى الزعانف والجلد والكبد والكلى والأمعاء والعضلات) ، وجحوظ ونزف العينين وانخفاض تركيز هرمون الثيروكسين فى السيرم ، زيادة كوليسترول وجليسريدات الدم ، انخفاض ڤيتامين ج فى الكبد والكلى ، صعوبة التئام الجروح ، انخفاض كولاچين العمود الفقرى ، وزيادة تركيز الڤيتامين فى الأنسجة المكونة للكولاچين (جلد ، غضاريف ، عظام) ، نقص حديد السيرم والهيموجلوبين ، نقص امتصاص الكالسيوم وتخزينه ، اسقربوط ، ونفوق .

فزيادة ڤيتامين ج مطلوبة للتناسل والتئام الجروح والاستفادة من الكالسيوم فى الخياشيم والجلد والعضلات والعظام ولارتفاع حديد الدم . وإن كانت شدة زيادة حمض الاسكوربيك (١٤٠٠ جزء / مليون) فى علائق التراوت تؤدى إلى إنتاج بعض البيض الأعمى . والڤيتامين متطلب لخفض سمية الكادميوم

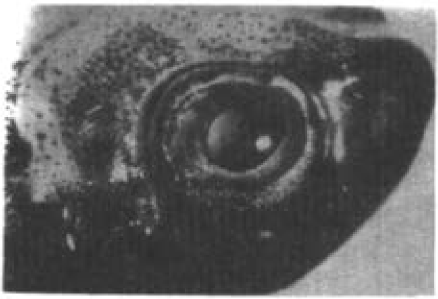
فنقص الڤيتامين يزيد تراكم الكادميوم فى كبد الأسماك ، وكذلك بالنسبة للتسمم بالنحاس فنقص حمض الاسكوربيك فى العليقة يزيد تركيز النحاس فى الكبد والخياشيم والكلى و الأمعاء ، فيضاف الڤيتامين للتغلب على سمية النحاس ولزيادة إخراج النحاس من الجسم . وفى حالة مرض الاسقربوط Scurvy يقل تراكم اليود بالدرقية لأن نقص الڤيتامين يعمل على ضمور Atrophy الغدة . ويعيق الڤيتامين من امتصاص الزنك ويزيد من إخراجه . وتعمل المبيدات الحشرية على زيادة الاحتياجات من حمض الاسكوربيك لأنها تخفض محتوى الأنسجة العظمية من الڤيتامين وتعمل المبيدات على تثبيط تخليق الكولاچين وميتابوليزم حمض الاسكوربيك فى السمك . كما يخفض نقص الڤيتامين عدد كرات الدم البيضاء الملتهمة ومن الأجسام المضادة ومن قدرة ارتباط الحديد . كما يظهر نقص ڤيتامين ج تآكل الزعانف وتشويه الخياشيم وتفتيلها وكسر الظهر وانثناء الذيل ، ونوم وفتور ، وتلون الجلد بلون أسود (لتوزيع خلايا دموية ميلانينية خلال الأنسجة الكولاچينية) أى Black death . والأعراض العظمية والغضروفية تنشأ من دور الڤيتامين كعامل مساعد فى هيدركسلة الليسين والبرولين فى الكولاچين كمكون رئيسى للأنسجة الضامة فهو هام فى تكوين العظام والغضاريف والجلد ، فنقصه يعنى أنخفاض نشاط إنزيم بروليل هيدروكسيلاز أى الإضرار بتكوين الكولاچين فيظهر انحناءات العمود الفقرى وقصر الغطاء الخيشومى . كما يقوم الڤيتامين بمساعدة تفاعلات الهيدركسلة اللازمة لإخراج العقاقير والسموم والمبيدات وتحويلها لمركبات غير سامة .

ونقص **الاينوسيتول** Inositol فى السالمون والتراوت والمبروك والشلبة يظهر أعراض نقص النمو والتحويل الغذائى واستهلاك الأكل ، وأنيميا ، وتثبيط نشاط الكولين استراز والجلوتاميك أو كسال اسيتيك وجلوتاميك بيروڤيك اسدترانس امينازات . وتزيد الاحتياجات الكمية من الاينوسيتول بزيادة مستوى جلوكوز علائق الشلبة .

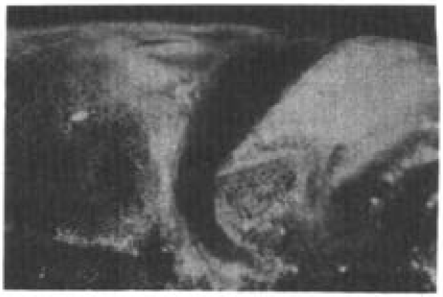




(٣)



(٤)



العلامات المرضية لنقص حمض الاسكوربيك فى زريعة التراوت :

١ - سمك منحنى العمود الفقرى كعرض نموذجى للاسقروبوط (٣ سمكات على اليسار) .

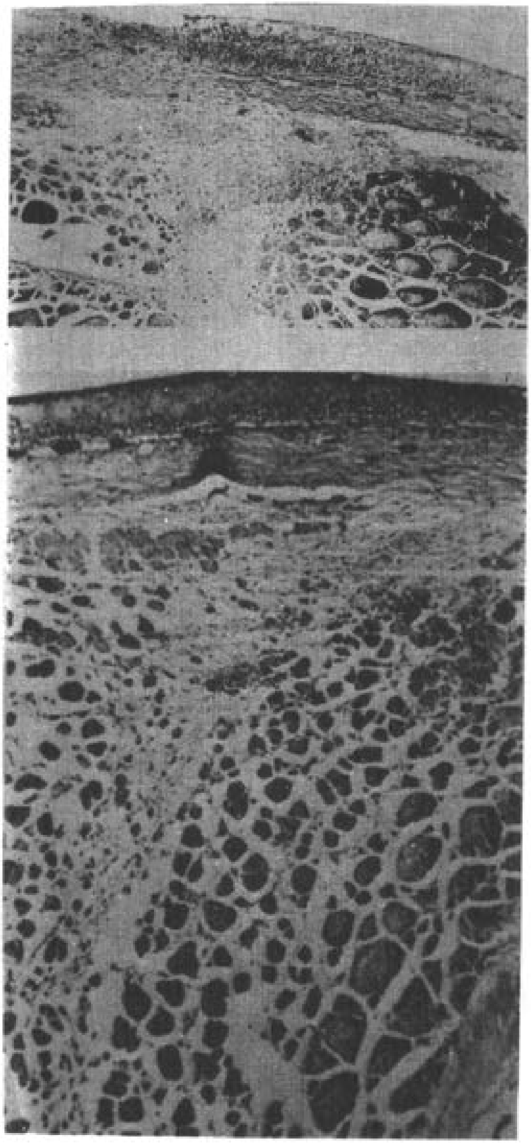
٢ - منظر ظهر لتشويه العمود الفقرى Scoliosis .

٣ - قصر الغطاء الخيشومى .

٤ - بقع دموية فى العين .

تشويه الرأس وكسر الخياشيم فى أسماك تراوت قوس قزح يعوزها ڤيتامين ج

(١)

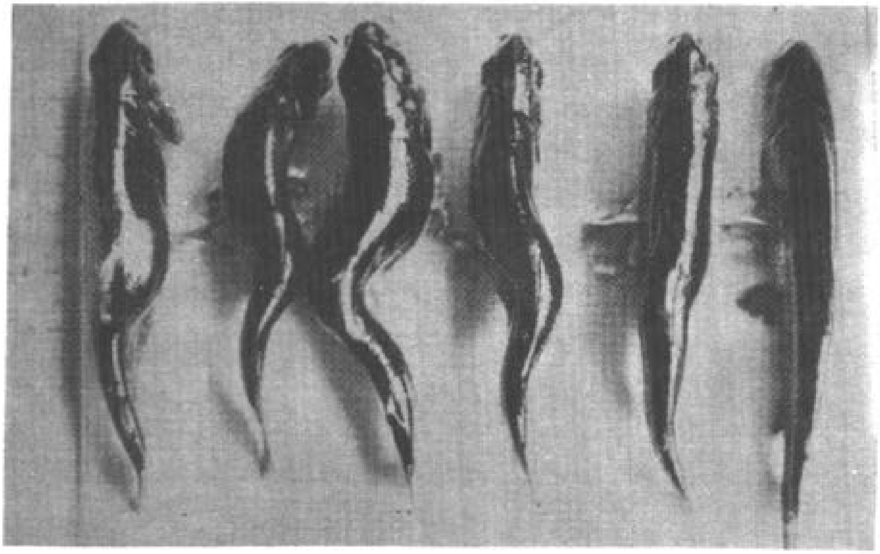


(٢)

قطاع عرضى فى جرح بعد ١٠ أيام من حدوثه :

١ - بدون إضافة ڤيتامين ج .

٢ - بإضافة الڤيتامين فى العليقة .



تشوهات العمود الفقرى فى أسماك التراوت أسفل ، المقارنة
أعلى على مستوى كاف من فيتامين ج

وأظهرت دراسة نمو التراوت أن الاحتياجات الغذائية من **حمض البارا أمينوبنزويك** ١٠٠ - ٢٠٠ مجم / كجم عليقة . نقص فيتامين (B_{12}) من علائق السالمون لم تؤثر على الشهية ، ولم تؤخر النمو ، ولم تسبب نفوقا ، لكنها أدت إلى حدوث حالة أنيميا .

أعراض **نقص فيتامين** (A) فى التراوت والمبروك والقرموط تشتمل على نقص النمو والتحويل الغذائى واستهلاك الأكل ، أنيميا ، تغيير لون الجلد ، نزف ، التواء الغطاء الخيشومى bent opercles ، جحوظ العين exophthalmia ، عتامة العين Ocular opacity ، نفوق . ويتحول مولد الفيتامين الغذائى بيتاكاروتين إلى فيتامين (A) كحولى فى فرخ القشر Perch والبربونى Dace ويضآلة فى التراوت . ومن أعراض نقص الريتينول كذلك أوديما وإزالة الصبغات ، رقة القرنية وامتدادها وتدهور الشبكية ونزف الجلد والزعانف ، التواء الغطاء الخيشومى . تتلون لحوم الأسماك آكلة اللحوم فى بيئتها الطبيعية باللون الأحمر نتيجة تغذيتها على القشريات بما تحتويه على كاروتينويدات ، بينما نفس الأسماك فى الأحواض ونتيجة تغذيتها الصناعية تكون لحومها بيضاء ، لذا يراعى إضافة مصدر للكاروتينويدات فى هذه العلائق ومنها الكانثا كزانثين Canthaxanthin والتى تتوافر فى الهوائم البحرية كذلك ، فعند إضافة ٤٨ مجم كانثا كزانثين / كجم علف لمدة عدة شهور قليلة يتلون لحم السمك جيدا ، ويزيد اللون بمرور الوقت ، ويقل تركيز هذا الكاروتينويد فى لحم السمك بعد إبعاده من العليقة لمدة ٨ أسابيع للنصف تقريبا نتيجة هدمه وإخراجه . وهذه الصبغة رغم أنها ليس لها تأثير فيتامين (أ) لعدم احتوائها على حلقة بيتا أيونون ، إلا أنها تحسن من نمو السمك وتحويله الغذائى وتخفض من استهلاك الأكل وتحسن من التناسل وتزيد نسبة إخصاب البيض .

عند تغذية أسماك التراوت الصغيرة على علائق متدرجة المحتوى من فيتامين (أ) لمدة ١٦ أسبوع ، احتملت صغار التراوت حد أقصى ٩٠٤ ألف وحدة دولية / كجم عليقة ، بينما ٢,٧ مليون وحدة دولية / كجم كانت سامة ، وكانت أعراض سمية الزيادة فى شكل خفض النمو ، زيادة النفوق ، شذوذ ونكرزة الزعانف ، شحوب لون الكبد وتشققه ، تشوه السلسلة الظهرية . إلا أنه لم يتضح تداخل لزيادة فيتامين (أ) على فيتامين (ج) وميتابوليزمة . وقد انخفض محتوى الكبد من الحديد بزيادة مستوى فيتامين (أ) فى العليقة والكبد ، مما يشير لتأثير الفيتامين على ميتابوليزم الحديد . ولم تلاحظ تأثيرات للفيتامين على محتوى معادن الكلى والقشور والفقرات .

ويظهر **نقص فيتامين D** فى الأسماك فى صورة ضعف النمو ، رعشة العضلات الهيكلية البيضاء ، عجز اتزان الكالسيوم ، أنيميا ، ضمور عضلى ، تغيرات لونية فى الجلد ، نقص التحويل الغذائى ، نقص الشهية ، نكرزة الكلى .

ويؤدى **نقص فيتامين E** إلى انخفاض الحيوية والنمو ، أنيميا ، استسقاء ، عدم نضج كرات الدم الحمراء وتباين أحجامها وتكسرها ، سوء تغذية العضلات Muscular dystrophy ، زيادة ماء الجسم ، سوء التحويل الغذائى ، تغير لون الجلد ، جحوظ العين ، زيادة تخزين الدهن فى الطحال ، نفوق ، أضمحلال القلب والعضلات الهيكلية ، انخفاض لتركيز الفيتامين من البلازما ومن الكبد مع نقص السلنيوم وإنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز فى الأنسجة ، وظهرت تغيرات نسيجية وخلوية كثيرة .

أما **نقص فيتامين K** فيطيل زمن التجلط ويحدث أنيميا مع انخفاض نسبة جسيمات الدم ، فهو لازم لتجلط دم طبيعى خاصة بعد العلاج بالسلفونامير التى تؤدى إلى اضطراب فلورا الأمعاء . ومن ذلك يمكن تلخيص الأعراض المرضية الشائعة فى الأسماك الزعنفية Fin fish نتيجة نقص الفيتامينات كالتالى :

العـــــرض	الفيتامينات المسئولة
أنيميا	E - K - B_2 - B_6 – نياسين – B_{12} – فولات – C – اينوسيتول .
ذهاب شهوة الأكل	A - B_1 - B_2 – نياسين – حمض بنتوثنيك – B_6 - B_{12} – فولات – بيوتين – C – اينوسيتول .
أوديما	A - E - B_1 – نياسين – B_6 .
فقر الكفاءة الغذائية	B_2 – نياسين – فولات – بيوتين – كولين – اينوسيتول .
فقر النمو	A - D_3 - E - B_1 - B_2 – نياسين – حمض بانتوثينك – B_{12} – B_6 – فولات – بيوتين – كولين – C – اينوسيتول .
نزف الجلد	A - B_2 – نياسين – حمض بانتوثينك – C .
أضرار بالقولون	نياسين – بيوتين .
أضرار بالجلد	نياسين – حمض بانتوثينك – بيوتين – اينوسيتول .
وخم / كسل lethargy	B_1 – نياسين – حمض بانتوثينك – فولات – C.
خوف من الضوء Photophobia	B_2 – نياسين .
تقلصات عضلية	نياسين
رعشة – عضلات بيضاء	D_3 – نياسين .

ورغم صعوبة دراسة **العناصر المعدنية** وعلى وجه الخصوص فى الأسماك ، فقد وجد أن زيادة **الكالسيوم** تؤدى إلى تكلس وتكوين حصوات فى الأنابيب الكلوية للتراوت ، إلا أن التربتو فان يتداخل فى ميتابوليزم الكالسيوم ، إذ أن نقص الأول يصاحبه زيادة ترسيب الكالسيوم ، مع وجود بلورات أوكسالات كالسيوم فى الكلى للأسماك التى تعانى من نقص البيريدوكسين فى العليقه ، بينما نقص الكالسيوم يؤدى إلى نقص النمو وانخفاض الحيوية وفقر التحويل الغذائى . وتعانى أسماك البلطى من عدم اتزان الكالسيوم والفوسفور فى العليقة . وزيادة الكالسيوم والفوسفور تخفض النمو ، ونقص **الفوسفور** يظهر أعراض نقص مثل تشويه عظام الرأس والظهر ويزيد النفوق وينسحب الكالسيوم من العظام مما يؤدى لتشوهات هيكلية ، كما يظهر انخفاض فى محتوى رماد العظام وأنيميا مع ضعف النمو .

ونقص **الماغنسيوم** فى العليقة يزيد السوائل خارج الخلايا فى عضلات السمك نتيجة زيادة الصوديوم ، كما يؤدى إلى تكلس الكلى ، فقد شهية السمك ، ضعف النمو ، تشنجات ، نقص ماغنسيوم الفقرات ، كسل وبلادة Sluggishness نفوق .

وتؤدى العلائق التى يعوزها وجود **العناصر الدقيقة** إلى خفض النمو وعتامة عدسات العيون وتقزم الجسم وقصره . ويجب التأكيد على أهمية التداخلات بين المعادن المختلفة ووفرة العناصر النادرة وتأثير كيمياء المياه على الاحتياجات المعدنية . وتظهر الأسماك أنيميا لنقص الحديد ، ويؤدى خفض النحاس إلى خفض النمو وأنيميا ، ونقص الزنك يؤدى إلى إظلام عدسة العين ، أما المنجنيز فنقصه يؤدى إلى تشوهات عظمية وبلادة وفقدان الشهية وعدم اتزان وضعف النمو وزيادة النفوق وانخفاض تركيز حديد وبوتاسيوم البلازما مع انخفاض محتوى الكبد من كل من المغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والزنك والنحاس والمنجنيز والفوسفور إضافة لانخفاض منجنيز وكالسيوم الفقرات . ونقص اليود يخفض نمو السمك ويسبب الجويتر Goiter (خراج الغدة الدرقية) . ويؤدى نقص الكوبلت إلى تشوهات عظمية .

بعض المكونات السامة فى العليقة :

رغم أهمية التغذية الصناعية فى إنتاج الأسماك فإن زيادة التغذية غالبا ماتسبب أمراض ونفوق ، خاصة عند استخدام السمك واللحم المشكوك فيهما كمكونات علفية . فمرض تلف الكبد الدهنى أساسا مرض غذائى ويتشابه فى أعراضه مع المرض الفيروسى المسمى بالتسمم الدموى النزفى وفيه يكون الكبد بنى مصفر . والعلاج فى تجنب زيادة التغذية مع ترك السمك من وقت لآخر بدون طعام مع إضافة غذاء طازج ككبد الماشية والسمك فقير الدهن على فترات .

ومرض التهاب الأمعاء enteritis هو كذلك مرض تغذية ، فإذا عصرت البطن خرج من الشرج سائل

أحمر مصفر نتيجة احمرار وأحتقان والتهاب الأمعاء مع سهولة رؤية أدق الأوعية الدموية . فالالتهاب تسببه أخطاء التغذية . وسرطان الكبد الذى يظهر خراجات صلبة خارجية خلف الزعانف الصدرية هو كذلك مرض غذائى تسببه **الافلاتوكسينات** .

والعلاج يجب تجنب العلائق التالفة ، ويوزع الغذاء فى حالة جيدة وبكميات غير كبيرة مع غناه بالڤيتامينات على ألا يكون عالى الدهن أو عالى الملح (ليس أكثر من ٢٪ ملح) مع احتوائه على كمية كافية من المواد المالئة والا تزيد كمية العليقة اليومية عن ٢,٥ ٪ من وزن السمك مع خفض أو وقف التغذية عند اشتداد الحرارة أو البرودة ، وتقدم العليقة على وجبتين أو أكثر أفضل من التغذية مرة واحدة . إذا شك فى الأمعاء أو الكبد تزال التغذية لعدة أيام ثم تقدم تدريجيا . ويجب تصويم السمك يوم فى الأسبوع ومن وقت لآخر يستبدل المركزات الجافة بغذاء طازج .

وكسب القطن يحتوى كذلك على أحماض دهنية حلقية البروبين تؤدى لتطوير الخراجات Tumors السرطانية . يرجع تاريخ سرطان كبد التراوت إلى علاقته بالعلائق التجارية المحتوية كسب بذرة قطن أو افلاتوكسين ، فتركيزات منخفضة قدر ٠,٤ – ٠,٥ جزء / بليون من **افلاتوكسين B_1** فى العليقة تحدث سرطان الكبد فى أقل من عام فى التراوت ، بينما تغذية التراوت على مستويات تبلغ ٢٠ جزء / بليون من هذا السم لفترات ١ ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ يوم أحدثت سرطان كبد بنسبة ٣ ، ١٢ ، ١٠ ، ٤٠ ، ٣٦ ٪ على الترتيب بعد ١٢ شهرا . وغمس البيض بأجنة التراوت فى محلول مائى يحتوى ٠,٥ جزء / مليون من هذا السم لمدة ساعة كان كافيا لإحداث سرطان كبد فى ٤٠٪ من هذا السمك بفحصة بعد ١٠ شهور من غمس البيض المخصب .

سوء تخزين أعلاف السمك سواء فى مخازن رطبة أو لمدة طويلة أو لقطع عبواتها ، تؤدى إلى إصابة العلف **بالفطريات** ، وهذا العلف العفن يؤدى إلى حدوث سرطان الكبد للأسماك خاصة الأسماك المعمرة (لا فى الفقس ولا فى أسماك المائدة) ، ويظهر الكبد وارما ومتضخما ، فيزيد وزنه لعشرة أضعاف . وسرطان الكبد هذا غير معدى ، ولايرجع لبكتريا أو ڤيروس ، بل يسببه **الافلاتوكسين** Aflatoxin الذى تفرزه فطريات العفن والتى تنمو بشدة غالبا على كسب الفول السودانى وبذور القطن ، مما يدعو إلى عدم تفضيل استخدامها لتغذية السمك . لذا ينصح بتخزين العلف جاف ، وحتى لو كان العلف رخيصا فلا يخزن لأكثر من ٤ – ٦ أسابيع ، إذ أن احتواء العلف على ٠,٥ مجم افلاتوكسين (B_1) / كجم يؤدى بعد عامين إلى سرطان الكبد فى ٤٠ ٪ من سمك التراوت ، والكمية الأكبر بديهى تؤدى إلى سرعة انتشار المرض ، ففى تركيز ٣٦٠ مجم / كجم ظهر السرطان فى ظرف أربعة شهور .

الافلاتوكسينات التى تنتجها فطريات الاسبرجيلسى تسبب سرطان كبدى Hepatomas فى السالمون

وتسبب أعراض نزف في البلطي . وقد يضاف حمض البروبيونيك أحيانا في العلائق (٠,٢٥ ٪) لتثبيط النمو الفطري .

ويمكن تقليل الأضرار في الأعلاف الجافة المخزنة باتباع مايلي :

١ – تختبر الأعلاف قبل تخزينها ، وأي علف مصاب يجب تبخيره أو معالجته لتجنب التلوث .

٢ – تخزن الأعلاف في أكياس وبعيدا عن الأرضيات ، حتى المحبب من الأعلاف .

٣ – تعظيم تهوية المخازن ، وخفض درجات الحرارة قدر الإمكان ، ولايفضل استخدام التلويح بالحديد المجلفن في البناء في الأجواء الحارة .

٤ – أي أعلاف مبعثرة تكنس .

٥ – التحكم في الحشرات والقوارض ومقاومتها باستخدام المصايد وليس بالسموم ، مع ازدواج جدران مباني المناطق الحارة .

٦ – تفحص الأعلاف باستمرار للوقوف على حدوث التلف نتيجة أي تغيير في اللون والقوام (التكتل دليل الإصابة الفطرية) والتكسر والرائحة (تزنخ ، عفن) ، مع تقدير الرطوبة كذلك . فرطوبة الأعلاف الجافة حوالي ١٠ ٪ ، فإذا زادت إلى ١٣ – ١٦ ٪ فتكون الأعلاف عرضة للتلف . ويجب ملاحظة وجود العفن والحشرات والقوارض ، وأي علف مصاب يجب عزله في الحال لتطهيره .

فقد تظهر الأسماك المغذاة على أعلاف ملوثة سلوكا شاذا ، وتفقد شهيتها للأكل ، ويقل نموها ، وتفقد تكيفها . ورغم أن بعض الأعلاف المصنعة تحتوي تاريخ صلاحيتها إلا أنه ينصح كذلك بمدد الحفظ التالية :

نـــــوع العلـف	تخـــزينه ومـــدته
مواد علف تكميلية (كالأرز ، النخالة ، نواتج طحن القمح)	لاتزيد الرطوبة فيها عن ١٠ ٪ ، تخزن في بيئة باردة وجافة وخاليه من الآفات ، فيمكن تخزينها عدة شهور.
مخلفات السمك المجمدة	إذا كانت غنية بالدهن فتخزن حتى ٣ شهور على - ٢٠°م ، وإذا كانت منخفضة الدهن فيمكن تخزينها حتى عام على - ٢٠°م .
السيلاج	يخزن ٦ - ٨ شهور عند انخفاض محتواها الدهنى واحتوائها على كفاية من مضادات الأكسدة .
أعلاف محببة ، تجارية ، مركزة	في الدول الباردة ، عادة تحتوى كميات عالية من مضادات الأكسدة والفيتامينات تزيد عن الاحتياجات . تخزن في ظروف جافة ونظيفة لمدة ٩ شهور أو أكثر . وفي المناطق الحارة عادة لاتحتوى مثل هذه المستويات العالية من مضادات الأكسدة والفيتامينات ، لذا تخزن ٢ - ٣ شهور فقط .

وتظهر حالات التسمم الافلاتوكسيني في السمك في شكل نكرزة كبدية ، سواء في التراوت أو القراميط ، وتضعف الأسماك وتتلون باللون الأسود قبل النفوق ، مع حدوث نزف مضاعف داخلي في الأجسام الدهنية وخلال جدر الأمعاء ، مع شحوب لون الكبد . غذيت صغار أسماك التراوت على تركيزات متدرجة (صفر - ٥٤ جزء / بليون) من افلاتوكسين ب١ لمدة ١٢ شهر ، وجد أن كل السمك بعد ٦ ، ٩ ، ١٢ شهر مصاب بسرطان الكبد والاصابة تكون أشد عند ارتفاع مستوى مركزات بروتين السمك (٤٩,٥ بدلا من ٣٢ ٪) وأكثر عما لو احتوت العلائق كازين (بنفس النسب) بدلا من مركزات بروتين السمك . وفي دراسة أخرى على التراوت كذلك وجد أن أفلاتوكسين B_1 (٢ - ٥٤ جزء / بليون) على غير المتوقع تخفض حجم الكبد معنويا حتى يظهر الورم الخبيث . ويزيد الوزن النسبي للكبد بزيادة تركيز التوكسين . أي أن تركيز ونوع البروتين يؤثر على مدى حساسية الأسماك للخواص السرطانية للافلاتوكسين . وقد ترجع اختلافات التأثيرات بين العلائق هذه لاختلاف محتواها من الأحماض الأمينية (حمض الجلوتاميك ، برولين ، سيستين ، مثيونين) ، أو لاختلاف محتواها من المعادن ، أو لعنصر مجهول في مركزات بروتين السمك ذاته ربما يوجد في الجهاز الهضمي في السمك المصنوع منه مركزات بروتين السمك (لأنه مصنوع من السمك الكامل) وله تأثير في تطوير الخراجات السرطانية .

وإضافة المركبات شبيه التركيب بالافلاتوكسين أي اللاكتونات (حتى ولو لم تكن تسبب السرطان) مع تركيزات منخفضة من الافلاتوكسين فإنها تشجع جدا من فعل الافلاتوكسين وتظهر السرطانات بنسبة مضاعفة عما يسببه الافلاتوكسين منفردا .

وجد كذلك أن **افلاتوكسين M_1** يسبب سرطان الكبد للتراوت ، ففى دراسة على مستويات منه صفر ، ٤ ، ١٦ ، ٣٢ ، ٦٤ جزء فى البليون فى العليقة النقية أدت فى ٢١ شهرا إلى حدوث سرطان الكبد بنسب ١/١٠٠ ، ٨ / ١٠٦ ، ٣٠ / ١٠٣ ، ٢٣ / ١٠٦ ، ٣١ / ١١٠ على الترتيب بينما افلاتوكسين B_1 بمستوى ٤ جزء فى البليون أدى إلى حدوث سرطان الكبد بنسبة ٢٥ / ١٠٦ أى ٣ مرات أكثر سمية عن M_1 . وتؤدى تغذية الأحماض الدهنية من النوع سيكلوبر وبين مع افلاتوكسين M_1 إلى زيادة حدوث سرطان الكبد فى التراوت تماما كما حدث مع B1 من قبل . فتغذية M_1 بمستوى ٤ جزء فى البليون مع الأحماض الدهنية من النوع سيكلوبروبينويد أحدث ٧٠٪ سرطان كبد فى ٨ شهور ، بينما التغذية على ٢٠ جزء فى البليون M_1 لمدد ٥ - ٣٠ يوما أدت إلى حدوث سرطان الكبد بنسب ٣ - ١٢ ٪ فى ١٢ شهرا .

ومن دراسات معملية وجد أن افلاتوكسين B_1 يتم تمثيلة غذائيا فى التراوت إلى **افلاتوكسيكول** وقد وجد أن التسمم الحاد بالافلاتوكسيكول فى التراوت كان شبيها للتسمم الحاد بالافلاتوكسين B_1 . وبتغذية التراوت على ٢٠ جزءا فى البليون **افلاتوكسين** Q_1 (ناتج ميتابوليزمى فى كبد الإنسان والقرود) لم تحدث أى أضرار للسمك مما يرجح أن كبد الإنسان والقرود يحاول تحويل B1 بيولوجيا إلى Q_1 كوسيلة لإزالة سميته لحماية الكائن من التأثر السرطانى للافلاتوكسين B_1 .

وجد أن قرموط القناه أقل حساسية عن التراوت لافلاتوكسين ب١ . فيظهر القرموط تلفا بسيطا فى الكبد عند تغذيته على ١٠٠ مجم / كجم وزن جسم . وهذه الجرعة العالية تعلو ٢٠٠ مرة الجرعة المحدثة لتسمم شديد يصيب كبد التراوت . ولم يظهر القرموط سرطان كبد . افلاتوكسين ب١ سام جدا للأجنة واليرقات لسمك الزبرا ، ١ ميكرو جرام / مل تميت الأجنة فى ٧٢ ساعة ، وعكسا لذلك فإن اليرقات تموت أسرع لشدة تأثرها عن الأجنة .

وفى دراسة على ١٣ سم فطرى على يرقات أسماك الزبرا فوجد أن ستر يجما توسيستين ، جليوتوكسين gliotoxin ، افلاتوكسين ب١ مميتة بمستوى أقل من ١ ميكروجرام / مجم ماء ؛ وكذلك فإن افلاتوكسينات ب٢ ، ج١ ، ج٢ ، ستيمفون stemphone ودى استيوكسى سكيربينول ، اوكراتوكسين أ ، اسبرتوكسين aspertoxin ، باتيولين كانت سامة كذلك ، إلا أن افلاتوكسين ب١ هيمى اسيتال ، حمض البنسليك ، جريسيو فولفين لم تكن سامة بالمستويات التى درست بها .

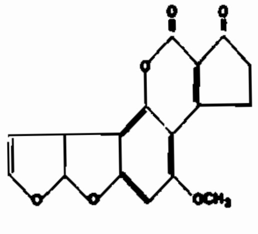
أسماك الجوبى guppy حساسة لافلاتوكسين ب١ فجرعة ٠,٦ مجم / ١٠٠ جم علف جاف أحدثت سرطان كبد فى ٢ / ٥ فى ٩ شهور و ٧ / ١١ فى ١١ شهرا وهذا المستوى ١٠٠٠ مرة ضعف المطلوب لإحداث سرطان كبد فى التراوت . كما أن أسماك الجوبى الاستوائية قد قتلت فى تركيزات ١ : ١٠٠,٠٠٠ من الكلافاسين Clavacin (مضاد حيوى من فطر Aspergillus clavatus) . وفى دراسة معملية وجدت أنسجة القرموط حساسة لتركيز ٠,٢٢ ميكروجرام / مل افلاتوكسين ب١ وكان معدل تدهور الخلايا فى البيئة مرتبطا بتركيز الافلاتوكسين . وحسبت LD50 (ميكروجرام / مل) ليرقات اسماك الزبرا كالتالى : افلاتوكسين ب١ (٠,٤٤ - ٠,٥٨) ، افلاتوكسين ب٢ (١,٠) ، افلاتوكسين ج١

(٠,٧٥ - ٠,٨٣) ، افلاتوكسين ج٢ (٤,٢) ، استريجماتوسيستين (٠,٢٤) ، اسبروتوكسين (٦,٦) ، اوكراتوكسين (١,٧) باتيولين (١٨,٠) ، ستيمفون (١,٢) ، داى اسيتوكسى سكيربينول (٤,٨) ، جليوتوكسين (٠,٢٨) .

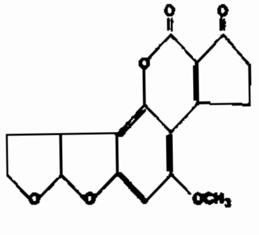
استخدم بيض الجمبرى لدراسة سمية افلاتوكسين ب١ فوجد أن المستوى ١ ميكرو جرام / مل وأعلى، تسبب نسبة نفوق أكثر من ٩٠ ٪ بعد ٢٤ ساعة . كما وجد أن أوكراتوكسين أ أقل ٥ مرات فى سميته عن افلاتوكسين ب١ . وكانت يرقات الجمبرى حساسة للسموم التالية وقرين كل منها كمية التوكسين بالميكرو جرام / طبق اختبار حساسية ونسبة النفوق ٪ بين قوسين : افلاتوكسين ب١ ٢, ٠ (٢١) ، سيترينين ١٠ (٤٠) ، دى اسيتوكسى سكيربينول ٢, ٠ (٩٦) ، جليوتوكسين ٢, ٠ (٧٤) ، جريسيوفولفين ٢٠ (٣) ، حمض الكوجيك ٢ (٩٢) ، لوتيوسكيرين ١٠ (٣) ، حمض بيتانيتروبروبيونيك ٩٠ (٣٥) ، اوكراتوكسين أ ٢, ٠ (١٧) ، باتيولين ١٠ (٢٠) ، حمض البنسليك ٢٠ (٢٦) ، روبراتوكسين ب٢ (٩١) ، سيتمفون ٢ (٨٣) ، ت -٢ توكسين ٢ (١٠٠) ، زيارالينون ١٠ (١٨) . بينما LC50 ليرقات الجمبرى بالميكرو جرام / مل من افلاتوكسين ج١ (١,٣) ، دى اسيتوكسى سيكربينول (٠,٤٧) ، جليوتوكسين (٣,٢) ، اوكراتوكسين أ (١٠,١) ، ستريجما توسيستين (٠,٥٤) .

ولقد ذكر أن تسمم الأسماك بالافلاتوكسين يتشابه كما فى التراوت والقرموط بنفس النكرزه وخراج الكبد . وقد تظهر الأسماك المعاملة بالافلاتوكسين ب١ ، ج١ قبل نفوقها ضعفا ودكنة اللون .

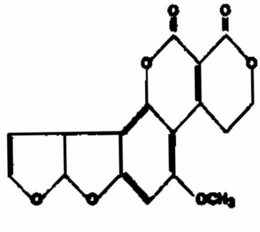
فالحبوب ومخلفات الفول السودانى والخضروات والفاكهة وكافة الأغذية والأعلاف تحت ظروف مواتية ، من حرارة ورطوبة وتخزين ، تؤدى إلى الإصابة بالفطر وإنتاج الفطر لسمومه ، وتؤدى لإصابة الإنسان والحيوان الذى يتغذى على هذه المواد السامة ، سواء لإصابتها بالفطر أو سمومه أو كلاهما . ومعروف تسمم السمك بالافلاتوكسين aflatoxicosis منذ عام ١٩٦٣ عندما ظهر سرطان كبد غير معروف نتيجة التغذية على كسب بذور قطن عند دخوله فى علف محبب لتراوت ، فقد ظهر إصابة هذا العلف بالافلوتوكسين . كما ظهر من التجارب العديدة باستخدام الافلاتوكسينات المبلورة والخام والمستخلص من بيئات فطرية على القمح أنها تسبب سرطان الكبد على مدى خمسة سنوات . لكن يرجع اكتشاف سرطان الكبد فى التراوت لعام ١٨٩٣ عندما اكتشف فى سمكتين تراوت فى انجلترا ، ثم فى أعوام ١٩٣٧ - ١٩٤٢ انتشر سرطان كبد التراوت بشكل وبائى فى مفرخات كاليفورنيا ، لكن لم يهتم بسرطان الكبد فى التراوت إلا بانتشاره بشكل وبائى فى الولايات المتحدة وكثير من الدول الأوربية بعد عام ١٩٦٠ . وقد ربط بين هذا المرض والعليقة ، إذ يسببه العلف المحتوى على كسب بذرة قطن الملوث بالافلاتوكسين . فبعض أسماك التراوت تظهر سرطان كبد بعد التغذية لمدة يوم واحد على عليقة ملوثة بمقدار ٢٠ جزءا فى المليون افلاتوكسين (B_1) أو عند تغذيتها المستمرة لمدة ستة شهور على تركيز منخفض ٠,٤ جزء فى البليون افلاتوكسين (B_1) . وتزيد فرصة حدوث سرطان الكبد بزيادة تركيز الافلاتوكسين فى العليقة أو بزيادة طول فترة التغذية الملوثة . ويسهل تشخيص شنوذ الكبد بفحص التغييرات المرضية (خراجات)



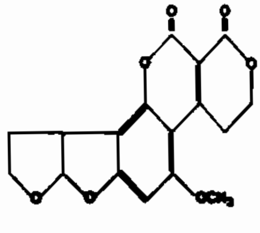
B1



B2



G1



G2

التركيب الكيماوى للافلاتوكسينات ، B1 , B2 , G1,G2 التى تنتجها فطريات اسبرجيلس فلافس

Neoplastic changes ، إذ تتسع الأنوية البارنشيمية وتأخذ شكلا غريبا ومتقلبا ، كما تتمدد الخلايا البارنشيمية ذاتها ربما لبعض الإعاقة فى العملية الطبيعية للانقسام الخلوى . ويشير مدى الشذوذ فى الخلايا البارنشيمية إلى مستوى الافلاتوكسين فى العليقة . ومن أعراض التسمم بالافلاتوكسين كذلك فى التراوت هو نمو شاذ فى عدد خلايا قناة الصفراء Bile duct hyperplasia . وفى الحالات المتقدمة لايبقى من أنسجة الكبد الطبيعية إلا حجم صغير . ويحدث نفوق التراوت ربما لقصور وظائف الكبد ، وسمية الأنسجة المتكرزة ، وللنزف المصاحب للتغييرات المرضية فى الأوعية الدموية .

وقد وجدت اختلافات بين سلالات التراوت لحساسيتها للتسمم بالافلاتوكسين وحدوث سرطان الكبد . وقد وجد أن القطعان البرية أكثر حساسية للتسمم بتركيز عالى من الأفلاتوكسين عن قطعان التراوت المستانس (فى المزارع) . وأنواع السالمون الخمسة فى أمريكا الشمالية غير حساسة نسبيا لسرطانية الافلاتوكسين ، إذ غذيت نوعين من السالمون (كوهو ، شينوك) على عليقة ملوثة بالافلاتوكسين لمدة عشرة شهور دون حدوث سرطان كبد . وفى دراسة على كل من التراوت والسالمون (كوهو) والقرموط ، وجد أن السالمون والقرموط المغذيان على عليقة تحتوى ٣٢٠ جزء / بليون افلاتوكسين (B_1) لمدة عامين كان لهما كبد طبيعى من الناحية النسيجية ، لكن عندما غذيت على ١٠ - ١٥ مجم افلاتوكسين (B_1) / كجم وزن جسم ظهر التسمم الافلاتوكسينى فى ظرف ٢١ - ٢٨ يوما ، وشخصت حالة التسمم الحاد acute هذه

باستسقاء عامة فى الخياشيم مع زيادة تراكم دم hyperaemia الأوعية الفرعية ، واختلفت الصورة المرضية الكبد حسب جرعة التوكسين من التهاب كبدى بسيط ومجاميع متفرقة من الخلايا الكبدية التى لها أنوية شاذة ، إلى أعراض تسمم شديدة ونكرزة الكبد مع حدوث أو عدم حدوث تجمع دموى hyperaemia ولطخ نزفية haemorrhagic maculata . والجرعة المستمرة فى الحالات المزمنة Chronic تؤدى إلى سرطان كبد مؤكد . كما ينحرف موقع بعض الأعضاء الحشوية نتيجة تمدد الكبد . وعادة يؤدى التليف والنكرزة والهدم والأنزفة الداخلية ذات التأثير النكروزى الانسدادى infarctive كلها تقلل من التجويف البطنى وتحوله إلى كتلة سائلة من الدم وحطام الأنسجة غالبا مع التصاقات شديدة بالفيبرين . ورغم هذه الأعراض للسرطان الكبدى الشديد فقد عاشت بها بعض الأسماك حتى عمر ٥ – ٦ سنوات .

وتؤدى الأوكراتوكسين إلى تلف كل من الكبد والكلى فى السمك . وجد أن LD_{50} من **أوكراتوكسين A** فى التراوت بالحقن فى البريتون تبلغ ٤,٦٧ مجم / كجم بينما حقن أوكراتوكسين B بمستوى ٦٦,٧ مجم / كجم لم تكن مميتة لكن أظهرت تغييرات مرضية فى الكبد والكلى تشبة التى يحدثها أوكراتوكسين أ . ولم يكن أى من مشتقات الأوكراتوكسينات (مشتقات دى هيدروايزوكيمارين) سامة للتراوت بمستويات ٢٨ ، ٢٦,٧ مجم / كجم كما لم تظهر أعراض مرضية منهما مما يشجع على اقتراح تمثيل أوكراتوكسين أ ، ب إلى نواتجهما الذائبة فى الماء (دى هيدروايزوكيمارين) فيخرجا مع وسائل الإخراج . ومن دراسة معملية وجد أن اوكراتوكسين ب يتم تحلله بسرعة ٦ – ٧ مرات اسرع من اوكراتوكسين أ وهذا قد يكون السبب فى اختلاف درجة سميتهما .

أما الجرعة LD_{50} فى البريتون لايثيل استراوكراتوكسينات أ ، ب كانت ٣ ، ١٣ مجم / كجم وزن جسم على الترتيب . والمشتقات الأخرى (ايثيل استردى هيدروايزوكيمارين ، الالانين والليوسين شبيها اوكراتوكسين أ) فلم تكن مميتة . التغذية لمدة طويلة للتراوت على اوكراتوكسين أ فى عليقة شبة نقية بمستوى ١ ، ٢ ، ٤ جزء فى ألمليون لم تسبب أى سرطان كبد أو كلى .

وجد أن **الاستريجماتوسيستين** مميت ليرقات أسماك الزبرا بمستوى أقل من ١ ميكرو جرام / مجم ماء ، وأن الجرعة نصف المميتة LD_{50} تبلغ ٠,٢٤ ميكرو جرام / مل لمدة ٢٤ ساعة (دليل السمية = الجرعة نصف المميتة × مدة التعرض) .

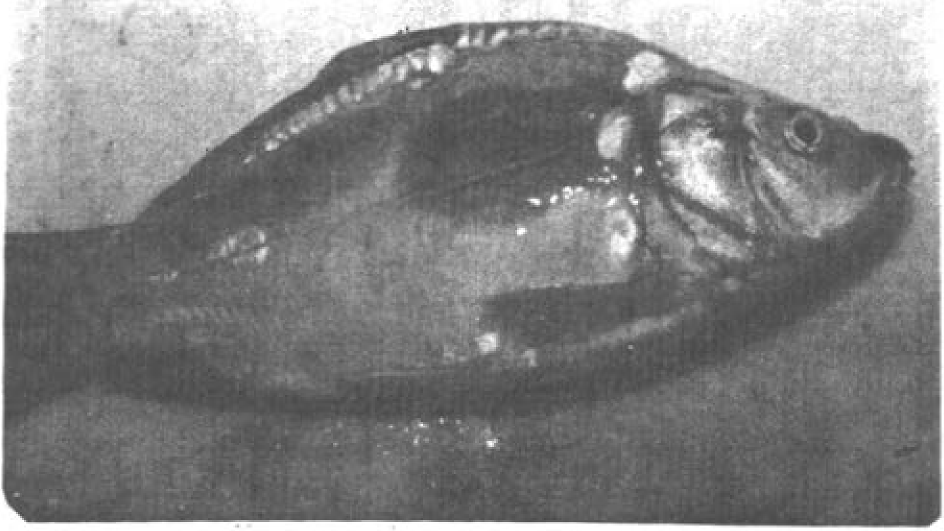
بتغذية إصبعيات المبروك العادى على علائق ملوثة بالسم الفطرى ستريجما توسيستين (صفر – ١٢٥٠ جزء / بليون) لمدة ٣ أسابيع ، انخفض معدل النمو ، كما انخفض محتوى بروتين العضلات ، وزادت نسبة النفوق ، كما زادت نشاطات إنزيمات الترانس اميناز فى السيرم ، وارتفعت محتويات العضلات من المادة الجافة والدهون ، وظهرت أعراض مرضية ، وكانت كل هذه التغييرات مرتبطة شدتها بتركيز التوكسين. وبجانب ذلك انخفض تركيز فيتامين (ج) فى العضلات ، وشملت الأعراض المرضية نقص

الاستفادة من الأوكسجين الذائب فى الماء (رغم ارتفاع محتواه فى الماء وانخفاض تركيز ثانى أكسيد الكربون).أى حالة اختناق Anoxia مما قد يكون له الأثر على وظيفة كرات الدم الحمراء وقصور فى القلب لنقل كرات الدم الحمراء المحملة بالأوكسجين للخلايا . كما ظهر تآكل فى الزعانف ، ونزع للقشور ، ولون الجلد إلى اللون الأسود على الجانبين ، ونزيف من الخياشيم والقلب والشرج والصدر والتجويف البطنى وفى الجهاز الهضمى ، مع تقرح المعدة ، وشحوب لون الكبد وتهتكه ، وتضخم الطحال . وقدرت LD_{50} فكانت ١١ جزء / بليون فى عليقة المبروك هذا . واستكمالا لهذه الدراسة أجريت دراسة أخرى على القراميط تناولت منها ٣ علائق متدرجة البروتيـــن (٢٠ ، ٤٠ ، ٧٠ ٪) إما ملــوثة بالاستريجماتوسيستين ٥٠ / بليون) أو غير ملوثة لمدة ثلاثة شهور ، فثبت زيادة معدل النمو بزيادة مستوى بروتين الطيقة ، إلا ان وجود التوكسين يثبط من الزيادة فى معدل النمو مقارنة بنفس مستوى البروتين فى العلائق غير الملوثة ، وزيادة مستوى البروتين تخفض من التأثير السالب للتوكسين على حيوية ونمو السمك ، ومقارنة داخل نفس مستوى البروتين الغذائى وجد أن التلوث بالتوكسين يؤثر معنويا على محتوى العضلات من الدهون والرماد وفيتامين (ج) ويخفض بروتين العضلات (غير معنويا) . وزيادة بروتين العليقة صاحبها انخفاض تدريجى فى دهن وطاقة والمادة الجافة للعضلات بينما يزيد محتواها من البروتين والرماد وفيتامين (ج) . وبزيادة بروتين العليقة الملوثة ينخفض المتبقى فى عضلات السمك من التوكسين المتراكم بها (من ٣٨٥ إلى ٢٦٠ إلى ٥,٦ جزء / بليون للسمك المغذى على ٢٠ ، ٤٠ ، ٧٠٪ بروتين على الترتيب) . أى أن زيادة مستوى بروتين العليقة قد تكون مفيدة جدا فى خفض تراكم التوكسين فى عضلات السمك المغذى على علائق ملوثة .

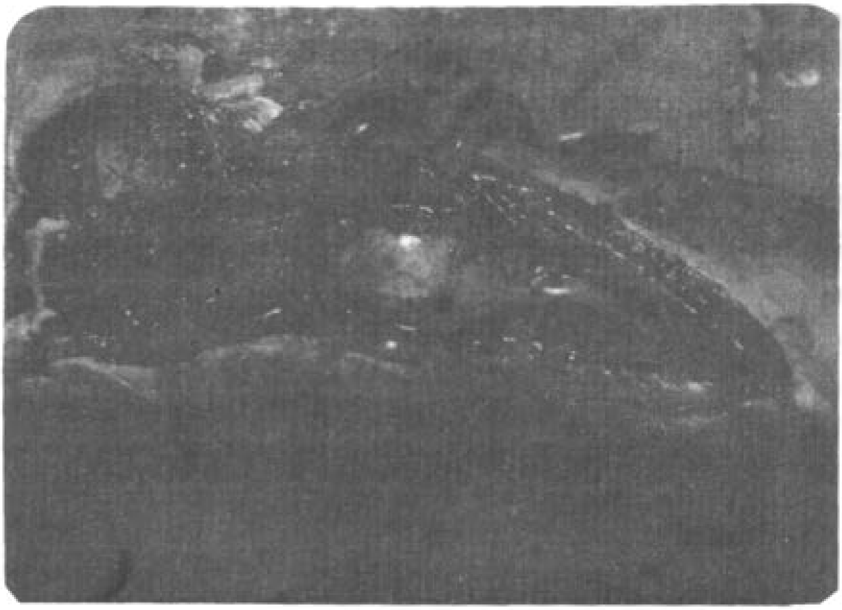
يزيد النفوق فى السمك المغذى على بروتين منخفض وخاصة على العلائق الملوثة ربما لتلف الخياشيم أو تلف ميكانزم استخدام الهيموجلوبين لعدم مقدرة الاستفادة من الأوكسجين .

وتظهر الصفة التشريحية للسمك النافق تلون بلون أزرق لسطح التجويف البطنى والكبد والكلى والمعدة والأمعاء ، احتقان القناة الهضمية ، تضخم القلب والكلى ، نزيف حول القلب . والأسماك التى تحملت التوكسين وظلت حية أظهرت عند فتحها تكرزة الكبد والمعدة ، احتقان الكلى والمبايض والجهاز الهضمى ، ضمور كيس الصفراء ، تضخم القلب والمعدة ، بقع نزفية على مخاطية الأمعاء نزف الكلى ، تهتك القلب والكلى .

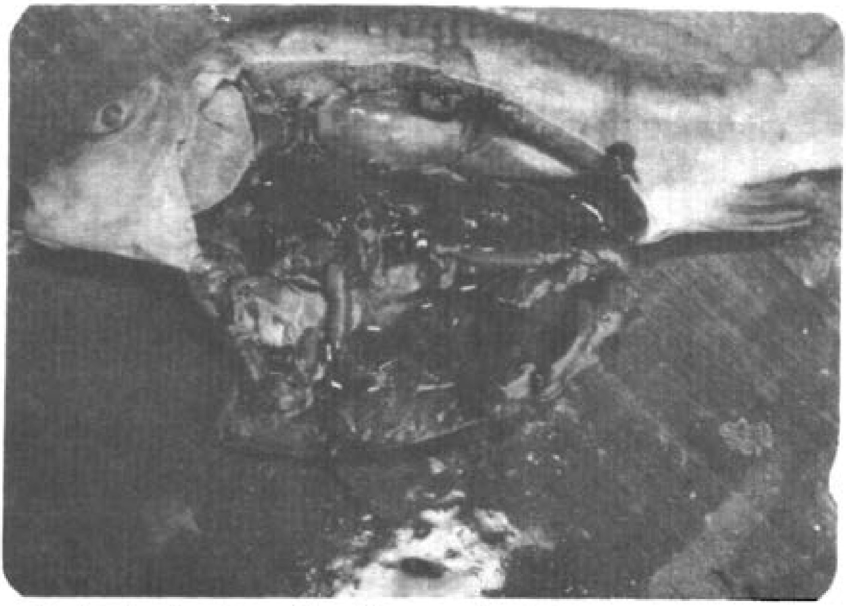
وعموما فإن المبروك أقل مقاومة للاستريجماتوسيستين عن القراميط لذا لم تحتمل أسماك المبروك وزادت نسبة نفوقها بسرعة مما لم يدع فرصة لتراكم التوكسين فى عضلاتها ، لكن القراميط احتملت نسبة تلوث بالتوكسين بلغت ٢٥٠ جزء / بليون خاصة عند ارتفاع (٤٠ و ٧٠ ٪) بروتين علائقها ، فاظهرت نفوقا أقل . لذلك ينبغى خلو علائق السمك من الفطريات ، وأن تكون جافة ولاتطول فترة تخزينها عن ٤ – ٦ أسابيع لتجنب وجود السموم الفطرية لتجنب التأثيرات السيئة على نموالسمك ومرضه ونفوقه وتراكم التوكسين فى عضلاته بما يهدد صحة الإنسان .



تلون سطح الجلد بلون أسود بعد التغذية الملوثة بالاستريجماتوسيتين للمبروك



نكرزة معدة القراميط المغذاة علي علف ملوث بالاستريجماتوسيستين
(٢٥٠ جزء/بليون) رغم ارتفاع بروتين العليقة (٧٠ ٪)



تلف الخياشيم واحتقان الجهاز الهضمي وتلف القلب ونزف في أسماك المبروك
المغذى على علف ملوث بالسم الفطرى استريجماتوسيستين

بعض الأعلاف السامة للسمك :

مجرد نقص بعض الأحماض الأمينية (كالأحماض الأمينية الكبريتية فى المصادر البروتينية النباتية ومسحوق اللحم) يثبط نمو الأسماك ، كما أن بعض البنور البقولية تحتوى على مواد سامة أو مثبطة (مثل مثبطات إنزيم التربسين فى الفول البلدى والفول الصويا ، مجلطات كرات الدم الحمراء فى البقوليات ، والمواد الجويترية فى فول الصويا وكسب الفول السودانى ، مثبطات الفيتامينات فى الفول) . إضافة إلى التسمم السيانيدى الناشىء من نباتات الذرة السكرية والكاسافا وكسب الكتان والفول . كما توجد نباتات أخرى سامة كالليوكينا leucaena والميموزا Mimosa التى تحتوى على حمض أمينى حلقى (ميموزين Mimosine) السام للسمك وكل هذه المواد يمكن التغلب على آثارها بالمعاملات الحرارية لهذه البذور والنباتات .

مسحوق السمك لوزاد محتواه من الأملاح (عن ٣٪) سبب التهاب أمعاء وقد يحتوى مسحوق السمك على شوائب كالرمل وغيره ، وتجفيفه شمسيا ينمى عليه السالمونيلا . الأعشاب البحرية تغسل لخفض محتواها من الرماد وزيادة طاقتها ، ولاتزيد الأعشاب البحرية المغسولة الجافة فى علائق الأسماك عن ٥٪ وإلا تأثرت معدلات النمو والكفاءة الغذائية .

مخلفات المجازر abattoir wastes ومسحوق اللحوم إن لم تكن من حيوانات سليمة فإنها تنشر الأمراض المعدية ، والطهى يحطم الفيتامينات ويجعل البروتينات صعبة الهضم ، فالمساحيق المعرضة لحرارة عالية حتى ١٨٠ °م لايمكن تمثيلها بواسطة الأسماك . اللحم الطازج يؤدى إلى التهاب الأمعاء مع رداءة لحوم الأسماك وكثرة خروج الروث مما يُنتن الحوض السمكى ، لذا يخلط اللحم مع مواد مالئة ، ويخفض محتواه فى العليقة قبل تسويق السمك بشهر .

الفصل الثانى

أمراض الرعاية والإدارة

(البيئة)

يعانى السمك من ضغوط مرجعها تغيير الأحواض أو الاختناق (لنقص أ٢) أو الصيد أو التداول أو النقل أو الحقن بالهرمونات أو المحلول الملحى أو الصدمات الحرارية أو التخدير أو اليقظة بعد التخدير أو السباحة الاجبارية أو النقل لأقفاص صغيرة أو هزازة وعقب هذه المعاناة قد يرتفع مستوى الجلوكوز فى الدم وقتيا أو يزيد مستوى الكورتيزول فى السيرم وتختلف سرعة تجلط الدم بالزيادة أو النقصان (حسب نوع المعاناة) وغير ذلك من تغييرات فى الدم ومكوناته سواء هرمونية أو معدنية أو عضوية أخرى مما يؤثر فى اسموزيته .

ترجع أسباب نفوق السمك والزريعة عند النقل لعدة أسباب منها :

١ - فقر الدم والأنسجة للأوكسجين .

٢ - زيادة النشاط والإجهاد .

٣ - تراكم السموم فى ماء النقل .

٤ - الأمراض التى تصادف النقل .

٥ - الجروح الطبيعية .

وليس معنى وفرة الأوكسجين الذائب فى الماء أن السمك قادر على الاستفادة منه ، إذ أن تراكم كميات كبيرة من ثانى أوكسيد الكربون والأمونيا الناتجان من الميتابوليزم والهدم البكتيرى لليوريا والمخلفات الأزوتية الأخرى والسمك النافق وغيرها تضر بقدرة الهيموجلوبين على الارتباط بالأوكسجين .

وقد سجلت معدلات نفوق عالية ترجع للضغوط البيئية من حرارة وملوحة وتلوث فى كثير من دول العالم خاصة فى جنوب الولايات المتحدة وإسرائيل وشمال سيناء . وتظهر الأسماك النافقة عادة بقع حمراء على سطحها نتيجة تحرير هيموجلوبين بسبب أى ضغوط ولو بسيطة .

فحدوث اضطراب للسمك يؤدى إلى تحرير هيموجلوبين إلى مخاطية الجلد ، ويلاحظ ذلك بسرعة وببساطة بتغيير اللون فى شرائط اختبار الهيموجلوبين المتوافرة تجاريا . وبإجراء هذا الاختبار على اليورى

وسمك اللبن وسمك العظم وسمك البابيو وسمك الفراشة اتضح أن الأسماك غير المضطربة والتى لاتعانى من أى ضغوط لاتظهر هيموجلوبين فى مخاطية جلودها ، لكن فى وجود أى ضغوط تظهر الصبغة فى خلال ٢ – ٤ دقائق بكميات كبيرة ، وتم التأكد بالدراسات الإضافية أن هذه الصبغة كانت هيموجلوبين وليس أى ملوثات أخرى . وهذا الاختبار بسيط وغير ضار بالسمك ويمكّن من سرعة الكشف المبكر عن الضغوط لتلاشيها أو خفض اثارها لتجنب الأمراض والعواقب ، كما يمكن استخدام هذا التكنيك للتعرف على الأفراد ذات المقدرة الوراثية الأفضل لمقاومة الأمراض .

تؤدى الضغوط إلى تركيز الدم ، ورفع لاكتات الدم ، وزيادة تركيز السكر ، وتغير من الاتزان الالكتروليتى فى البلازما لأسماك الكراكي فى الماء الشروب والماء العذب بعد شهر صيام . وقد كان جلوكوز الدم فى سمك الماء العذب ضعف تركيزه فى سمك الماء الشروب ، صوديوم وماغنسيوم بلازما سمك الماء الشروب كانت أعلى معنويا ، الهيماتوكريت والهيموجلوبين وحمض اللاكتيك فى الدم أعلى للسمك فى الماء العذب . عادت قيم الهيموجلوبين فى سمك الماء العذب إلى المستوى الطبيعى بعد ٤ ساعات وفى سمك الماء الشروب بعد ١٢ ساعة (بعد عمل مضايقة أو ضغط بمسك السمك ١,٥ دقيقة) بينما الجلوكوز يعود لمستواه الطبيعى بعد يومين .

تشكل تجارب التغذية المعملية ضغوطا حادة (مسك السمك وتزغيطه) ومزمنة (زحمة وحبس) على الأسماك ، وهذه الضغوط تؤدى إلى تغيرات فسيولوجية كثيرة منها زيادة جلوكوز الدم ، وزيادة لاكتات الدم والعضلات ، زيادة كورتيزول السيرم ، زيادة إفراز مخاط الجلد ، وزيادة استهلاك الأوكسجين ، حالة هبوط فى القلب bradycardia ، نقص تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم ، نقص تخليق البروتين فى الدم وهرمون T4 . ويتوقف شدة واستمرار التأثير على نوع السمك وحالته الغذائية وشدة الضغوط وحرارة الماء .

وقد وجد أن التغذية الإجبارية (التزغيط) تخفض زمن تفريغ المعدة للنصف عنه فى التغذية الاختيارية ، كما تؤدى الضغوط إلى طراوة وتقلص وشفافية المعدة ، وتضمر الطلائية المخاطية للمعدة ، كما تتدهور الغدد المعدية ، وتتأثر كذلك استهلاك الغذاء وتفريغة فى الأسماك الواقعة تحت ضغوط . لذلك ينبغى تجنب مصادر الضغوط على السمك ويسمح لها بالتأقلم على الظروف التجريبية قبل بدأ الحصول على بيانات منها . ومن مشاكل رعاية الأسماك فى أحواض تجريبية ظهور عض الذيل ، تهدل الزعانف ، وعراك السمك .

رغم أن المشاكل المرضية تزيد بزيادة كثافة التخزين فإن نظام مزارع التانكات tanks والمجارى المائية raceways يقدم عديد من المزايا عن مزارع الأحواض ponds بالنسبة لمراقبة الطفيليات والأمراض ، إذ أن الأسماك يسهل رؤيتها فيمكن أكتشاف مشاكل الأمراض والطفيليات ، كما قد يضطر المربى لاستخدام عقاقير مكلفة فى العشائر عالية الكثافة فيمكن بسهولة تطبيق الطرق المناعية لنظام الكثافة العالية وبتغيير الماء يزيل الكائنات المرضية من التنك .

فالأسماك ليس لديها إمكانية التحكم فى درجة حرارة أجسامها التى تتغير بتغييرات حرارة البيئة ، فزيادة درجة الحرارة تزيد التمثيل الغذائى فيزيد استهلاك الأوكسجين والحيوية ، وعليه تزيد منتجات الأمونيا وثانى أكسيد الكربون . كما أن ملوحة الماء تؤثر على التحكم فى الضغط الأسموزى للسمك ، ومن ثم تؤثر على الاتزان الأيونى فى السمك . وكل من درجة الحرارة والملوحة يؤثران على السلوك الغذائى من استهلاك علف ومعامل تحويله ، وكذلك يؤثران على النمو . علاوة على أن هذه المؤثرات البيئية تكون ضغوطا تؤدى إلى زيادة تعرض الأسماك للعدوى بالطفيليات ، وتخفض من المقاومة للأمراض . والتغيير المفاجئ فى الحرارة والملوحة عادة تكون أخطر من التغير التدريجى أو الموسمى .

كما أن الانخفاض المفاجىء فى درجة حرارة المياه (كما فى الرياح الموسمية) تؤدى إلى لسعة برد يظهر لون الجلد لبنى ، وبعدها يتساقط هذا الجلد . وتعوم الأسماك فى حركات متراخية وهذا يظهر على سمك اللبن وعلى مبرك الحشائش الذى أظهر كذلك خياشيم بيضاء مسدودة بالمخاط نتيجة لسعة البرد .

كما أن اختلافات درجات الحرارة تؤثر بشدة على السمك وتحتمل الأسماك تباين فى درجات الحرارة مابين ١٠ – ١٢ ° م لكن تدريجيا ويحذر من انخفاض حرارة الماء عن ١٠ °م للبلطى . وهناك عموما أنواع أكثر تحملا عن أنواع أخرى . لذا وجب معرفة إذا ماكان هناك اختلاف كبير من عدمه ، مع ضرورة فهم العوامل المؤثرة والمتحكمة فى الحرارة والملوحة .

فكلما ازدادت حرارة الجو ازدادت كمية الحرارة التى يستقبلها سطح الماء ، والأكثر تأثيرا هى الأشعة الحمراء وتحت الحمراء التى تمتص تماما فى أول متر أو مترين من عمود الماء ، وإذا لم يوجد خلط فى الماء إن درجة الحرارة تنخفض بزيادة عمق الماء . وتتأثر كثافة الماء العذب بدرجات حرارته وفى الماء العذب الساكن (lentic (still كما فى البحيرات والخزانات توجد طبقات حرارية لطبقات الماء ، فالماء الدافىء الأقل كثافة هو الماء السطحى epilimnion يعلو طبقة الماء الأبرد والأكثر كثافة hypolimnion . والبحيرات الضحلة لاتتميز بالتدرج الطبقى هذا مطلقا أو ربما يحدث ذلك لوقت قصير (عدة أيام) ثم تعود بلا تمييز طبقات حرارية فى الماء ويطلق عليها بحيرات متعددة النظم Polymictic lakes وهى متواجده فى المناطق الاستوائية والمعتدلة على حد سواء . وقد يحدث انقلاب للماء من القمة للقاع holomictic فى كثير من بحيرات العالم ، أو يحدث ذلك مرتان فى بعض المناطق شبه الاستوائية ، أو يحدث خلط جزئى فقط meromictic فى البحيرات العميقة جدا . وفى المياه المالحة تتباين درجات الحرارة باختلاف المسافة والعمق وتتأثر تماما بالملوحة . تختلف ملوحة ماء البحر مابين ٣٢ و ٤٠ فى الألف ، وتتأثر فى الماء المفتوح بالتبخير والترسيب . ففى المناطق العميقة يعتمد ثبات عمود الماء على هياج المد والجزر tidal turbulence وعمق عمود الماء ، ويحدث تدريج طبقى مثالى فى المياه العميقة بانخفاض سرعة المد والجزر . بينما فى المناطق الساحلية الذى غالبا ما تزرع بالأقفاص السمكية ، فإنها تتأثر بشدة بما ينبعث من الأرض . ولما كانت كثافة المياه تقدر بملوحة وحرارة المياه ، فإن خلط الماء الوارد من الأرض بماء البحر يحتاج طاقة ، وتتوقف درجة خلط الماء العذب بالماء المالح على حجم الماء العذب وطاقة الخلط (التى يحددها المدّ والجزر

والرياح) . وعليه فعند مصبات الأنهار (اختلاط الماء العذب بالمالح) يتوقع وجود تغييرات شديدة فى الحرارة والملوحة مرتبطة بالعمق فى هذه البيئة . وهذه التغييرات تتوقف كذلك على هندسة الأرض ، فقد يوجد طبقات (٢ – ٣) متباينة الملوحة ، أو لاتوجد ، ويكون مصب الماء جيد الخلط ، أو يكون التدرج الطبقى ضعيفا ، وتزيد الملوحة أجزاء قليلة فى الألف بزيادة العمق .

كلما كانت درجة الحرارة ملائمة للسمك تزاد نسبة الغذاء بالنسبة لوزن السمك كما يزاد عدد أيام التغذية فى الأسبوع ، وعلى العكس لو أنخفضت أو زادت درجة حرارة الماء عن المدى المناسب للسمك تنخفض نسبة التغذية وعدد أيام التغذية فى الأسبوع . وبزيادة مستوى بروتين العليقة تنخفض نسبة الغذاء اليومى بالنسبة لوزن السمك ، إذ أن زيادة التغذية تؤدى إلى دهننة الكبد وخطورتها . وفى حالة مرض السمك تخفض كميات العلف إلى الثلث حتى يقف فقد السمك ويشفى . انخفاض الحرارة إلى ١١ °م للبلطى الموزامبيقى يؤدى إلى فشل كلوى وزيادة نفاذية الماء وحدوث غيبوبه نتيجة الضغط الأسموزى . فالبلطى يعانى من اضطرابات فى تنظيم اسموزيته على الحرارة العالية والمنخفضة . وبارتفاع الحرارة يرتفع معدل الميتابوليزم حتى تؤدى الدنترة denaturation إلى النفوق .

الأمراض البيئية Environmental diseases :

بعض الأسماك أكثر حساسية عن غيرها لنقص خواص الجودة الطبيعية والكيماوية للماء مثل نقص الأوكسچين مثلا . ونقص الأوكسچين شديد الخطوره على السمك فتموت الأسماك مختنقة بفم مفتوح مع ارتفاع غطاء الخياشيم وخياشيم متباعدة . يؤدى نقص **الأوكسچين** hypoxia إلى ضغوط على الأسماك فيختلف محتواها من الهيموجلوبين وحمض اللاكتيك والجلوكوز فى الدم للقراميط المعرضة لمستوى أوكسچين أقل من المميت عن قيم المقارنة .

يؤدى التعرض للحامض إلى نقص استهلاك الخياشيم من الأوكسچين بدرجة تتوقف على شدة الحموضة ، إذ يؤدى الوسط الحامضى إلى اضرار فى تركيب الخياشيم (للتراوت) ويشجع إنتاج المخاط ، فيؤدى زيادة إنتاج المخاط إلى نقص قدره الخياشيم على نقل الأوكسچين لزيادة مسافة الانتشار ويمنع التهوية لسطح التنفس وبزيادة الاستفادة الحقيقية من الأوكسچين بأنسجة الخياشيم .

حالة فوق التشبع بالأوكسچين فى الماء تسبب موت السمك (شلبة البحر الأحمر – زريعة) إذا كانت فقاعات غاز أ٢ تعرقل الجهاز الهضمى .

ويوجد أرتباطا بين محتوى الماء من **ثانى أوكسيد الكربون** الذائب وحدوث تكلس الكلى nephrocalcinosis الذى يحدث فى الأسماك بنسبة ١٠٠ ٪ إذا كان تركيز ك أ٢ الذائب ٥٠ مجم / لتر ، وتحدث هذه الحالة المرضية كذلك بزيادة كثافة السمك (٣٠ – ٣٥ كجم / م٣ فصاعدا) وزيادة التشبع بالأوكسچين واستخدام الماء الأرضى فى المزارع السمكية السيلو (برج) silo culture . وقد يؤدى ارتفاع تركيز ثانى أوكسيد الكربون فى الماء كذلك إلى زيادة القدرة التنظيمية للدم وزيادة النسبة الحجمية

لجسيمات الدم وكرات الدم الحمراء وكلور كرات الدم الحمراء وتتغير صورة الدم باستمرار التعرض للزيادة من هذا الغاز الذائب فى الماء .

وجد أن النيتروجين الأمونيومى يشكل ٧٥ - ٨٥ ٪ من النيتروجين الخارج من أسماك موسى الصغيرة قبل التغذية ، يزيد معدل الإخراج بزيادة درجة الحرارة وفى النسبة لوزن الجسم الميتابوليزمى (و ٠٫٦٧). وبعد التغذية تزيد معدلات الإخراج ٢ - ١١ مرة قدر المعدل قبل التغذية ، ويزيد التأثير بزيادة العليقة والنيتروجين الممتص .

قد تنشأ أمراض للسمك نتيجة عوامل حموضة أو قلوية المياه ، ففى المياه الحامضية تظهر أعراض مثل العوم البطيء وأذى الجلد وتشوه لون الخياشيم ، والسمك الضعيف تهاجمه الفطريات وطفيليات الجلد . وبانخفاض رقم حموضة الماء تدريجيا يصير ساما لمعظم الأسماك فى الأحواض فمن رقم حموضة ٥ تبدأ حالات النفوق وتغطى الأسماك طبقة بيضاء ويفرز كمية كبيرة من المخاط وتتحول أطراف الخياشيم للون بنى وتخفض بعض الأسماك من حركتها والبعض الآخر يموت قرب الجسور وإذا كان الماء غنيا بالحديد ففى هذا الوسط الحامضى يكون الحديد غرويا يستقر على الخياشيم ويصعب التنفس أو يستحيل فيزيد ضرر حموضة الماء . ففى حموضة الماء بداية من رقم حموضة ٥٫٥ بدون انتظار تنثر ٢/١ طن كربونات كالسيوم / هكتار .

كما أن الماء القلوى أعلى من رقم حموضة ٩ يعتبر خطرا على السمك وهذا ينتج من التلوث وفى التانكات الخرسانة إذا كانت الخرسانة حديثة ، وقد تعقب توزيع الجير الحى أو نتيجة إزالة تكلس بيولوجية ينتج عنها تحرر جير خاصة فى شدة الشمس ووجود نباتات غاطسة . فتحترق الخياشيم وتعانى الزعانف . ويتجنب إزالة الكالسيوم البيولوجية بالتجيير السابق والتحكم فى النموات النباتية بخفضها . وتعمل انخفاض pH إلى فقد الشهية وبالتالى انخفاض الإنتاج السمكى . وتموت الأسماك على pH ٥٫٥ خاصة بزيادة مستوى الحديد فى الماء عن ٠٫٩ جزء / مليون وذلك لتخزين الحديد فى صورة هيدروكسيد على الخياشيم التى يرتفع فيها pH لخروج الأمونيا .

ويحدث النفوق بنسبة ١٠٠ ٪ فى بلطى جراهامى على pH أقل من ٣٫٥ أو أعلى من ١٢ فى ظرف ٢ - ٦ ساعات رغم أن هذه السلالة من السلالات المقاومة . زيادة مدة التعرض (٣ شهور) لبيئة حامضية (pH 4.8) فى مياه عذبة لأسماك التراوت أدت إلى فقد الصوديوم والكلور ، وتعود مستوياتهما للحدود الطبيعية بعد ٣٠ - ٥٢ يوما نتيجة اتزان جديد ، ويظل ميزان البوتاسيوم سالبا وميزان الكالسيوم محايدا ، ولم يحدث اضطراب فى معدل الحموضة / قلوية ، وإن زاد إخراج الأمونيا بمرور الوقت وزادت محتويات العضلات من الكالسيوم بينما البوتاسيوم والصوديوم والكلور انخفض . وانخفض صوديوم وكلور وأسموزية البلازما ، وزادت بروتينات وجلوكوز البلازما وهيموجلوبين الدم خلال الأسابيع الأولى من التعرض للحموضة، ولم تختلف تركيزات بوتاسيوم وكالسيوم البلازما . وحدث ثبات عام لمقاييس البلازما بثبات معدل تدفق الصوديوم والكلور ، لكن لم يحدث شفاء لمستويات المقارنة لأى منهما .

وزيادة الأيونات والقلوية مع إنخفاض الأوكسجين تؤدى إلى زيادة نفوق البلطى . وارتفاع القلوية

يؤدى إلى عتامة قرنية البلطى وزيادة الإحساس بالضغوط الحرارية وعموما فالبلطى له قوة احتمال عالية للقلوية مما لايجعل لها تأثيرا على أسماك المزارع .

تؤثر الملوحة وتركيزالمغذيات على نمو الهوائم النباتية وتركيبها البيوكيماوى فالملوحة مابين ١٥ – ٣٥ جزءا فى الألف مع تركيزات نترات أمونيوم ٢ – ٨ ملى مولار تؤدى إلى مضاعفة الإنتاج اليومى من I.galbana ، مع أقصى كثافة خلوية تبلغ ٢٠ × ١٠^٦ خلية / مل ، وأقصى قيمة للكلوروفيل (a) على هذه الظروف ، وبلغ إنتاج البروتين فى البيئة ٣٨٧ ميكرو جرام / مل ، وأقصى كمية بروتين / خلية تحقق على هذه الظروف .

وفى دراسة نفاذية الماء الاسموزى لخياشيم ثعبان السمك فى أثناء الهجرة ، وجد أن نفاذية الماء تزيد تدريجيا فى الانتقال للماء المالح وتصل أقصاها بعد أسبوعين ، وتنخفض نفاذية الماء العذب فى الخياشيم عادة فى ظرف ٣ ساعات بعد الانتقال من الماء المالح إلى الماء العذب .

وجد أن مختلف طفيليات الماء العذب والماء المالح تقل معنويا فى الماء الشروب Brackish وأن الطفيليات الداخلية للماء المالح فى الماء الشروب تحدد حسب تحمل عوائلها hosts للملوحة ، وأن معظم أنواع الطفيليات تتحمل الملوحة أكثر من عوائلها (السمك) . الطفيليات فى أمعاء السمك يبدو أنها لاتتأثر بتغييرات الملوحة للماء لأن الأسموزية فى الأمعاء تظل تقريبا ثابتة . زيادة الحرارة تزيد تأثير الملوحة على الطفيليات . الطفيليات الخارجية ectoparasites لاتنمو فى مدى ٧ – ٢٠ فى الألف ملوحة .

وبالنسبة لملوحة البحر ، فإن سحب ماء البحر لتحليته (كما فى دول الخليج) يؤدى إلى خفض عشائر البلانكتون والأسماك وتغيير المحتوى الأوكسچينى (لانخفاض أوكسچين ماء الصرف من وحدات التحلية) إضافة للتغييرات الحرارية وزيادة ملوحة ماء الصرف فتزيد ملوحة ماء البحر علاوة على تلوثه كيماويا (من أثر الكيماويات المستخدمة ، والعناصر النادرة من الصدأ ، وفلورا ميكروبية من وحدات التحلية لتراكم المواد العضوية على سطوح أغشية الفلاتر (المرشحات) ، وعناصر ثقيلة) فتزيد نسبة النفوق .

الأمونيا غير المتأينة (NH_3) سامة للسمك إذا وصل تركيزها للتركيز المخفض لتركيز الأوكسچين الذائب . وتزيد هذه الأمونيا بزيادة درجة الحرارة ودرجة تركيز أيون الهيدروچين . والمستوى السام من الأمونيا غير المتأنية يتراوح مابين ٠,٦ – ٢,٠ مجم / لتر لفترة تعرض بسيطة وإن تحملت زريعة وإصبعيات مبروك الحشائش حتى ٣,٨ جزء فى المليون أمونيا حرة . إطالة فترة التعرض للأمونيا تضر بالنمو وتتلف الخياشيم . وللمزارع المكثفة يفضل مستوى أقل من ٠,٠٠٥ مجم أمونيا / لتر .

زيادة الأمونيا فى الماء تؤثر على التنظيم الأسموزى للأسماك فى المياه العذبة ، إذ يزداد إخراج البول حوالى ٦ أضعاف المعدل الطبيعى ، مما يجهد الكُلى . كما تؤدى إلى تحطيم الخياشيم ، وتقلل من قدرة الدم على حمل الأوكسچين .

تخرج الأسماك الأمونيا واليوريا والأمينات أساسا من الخياشيم بينما تخرج الكرياتين والكريا تينين

وحمض اليوريك من الكلى .

وترجع ميكانيكية تسمم الأمونيا فى السمك للخطوات التالية :

١ - تخفض pH الدم .

٢ - تخفض إخراج الأمونيا .

٣ - تزيد تدفق البول وتجهد الكلى ويفقد كلوريد الصوديوم والجلوكوز والبروتيد والأحماض الأمينية.

٤ - تقل قدرة السمك على نقل الأوكسجين إلى الأنسجة وتتلف الخياشيم ويقل أوكسجين الدم لأنخفاض pH الدم ، ويزيد الطلب على الأوكسجين ويحدث تلف نسيجى فى كرات الدم الحمراء والأنسجة المنتجة لها .

٥ - تغييرات نسيجية فى الكلى والكبد والطحال والثيرويد وفى مكونات الدم .

٦ - زيادة عرضة السمك للأمراض وظهور مرض الكيس الأزرق Blue - sac disease .

وضرر العكارة على البيئة فى حجب الضوء وتسبب ضرراً ميكانيكا للأسماك وتخفض من الأوكسجين وتزيد الأمراض الفطرية وتخفض من إنتاج الفيتوبلانكتون .

أما العكارة الناشئة من الفيتوبلانكتون فهى مفضلة لنمو الأسماك . وعموما فإن ابلطى الموزامبيقى أكثر تحملا للعكارة فينمو أفضل فيها عن البلطى الرندالى .

إلا أنه بزيادة العكارة عن ١٣,٠٠٠ جزء فى المليون يلاحظ اوديما الخياشيم لزيادة حجم الجزيئات العالقة فيعرضها للأمراض الفطرية . وهذا يحتم أهمية تحليل التربة قبل اختيارها لعمل المزارع فبعض أنواع التربة كالغنية بالبنتونيت (سليكات الومنيوم مائية) تمنع امتصاص الغذاء لنزعها الكولين من الغذاء فى أثناء الهضم فلا تهضم الأسماك الغذاء المحتوى على البنتونيت . وفى الأحواض الطينية تفضل الأسماك وحيدة الجنس عن ثنائية الجنس وعليه فالأرضية الرمل تقلل من تعليق الطين فيزيد استهلاك الغذاء ويزيد الإنتاج بالتالى أى أن تقليل العكارة يزيد إنتاج السمك .

وتؤثر الطبيعة الكيماوية للماء وخاصة الملوحة فى العكارة من خلال تأثيرها على الترسيب . ورغم أن المواد الصلبة العالقة قد تسبب كثيرا من المشاكل للأنظمة المائية ، إلا أن تأثيراتها المباشرة أساسية فى أقفاص السمك وذات أهمية لمزارعى السمك فى أقفاص . وزيادة مستوى المواد الصلبة العالقة تؤدى إلى تلف الخياشيم إذ تؤدى إلى زيادة سمك وانقسام الأنسجة الطلائية للخياشيم . وبزيادة تلف الخياشيم تموت الأسماك ، وتتوقف معدلات النفوق على نوع السمك وطبيعة المواد العالقة . وكلما زادت أحجام الجزيئات زادت صلابتها وحدتها وزادت إمكانية إتلافها لأنسجة الخياشيم . كما تتداخل العكارة مع الأمراض مثل عفن الزعانف (fin - rot (Myxobacteria ، ومع نقص النمو للسمك الذى ينتج من تأثير العكارة على الرؤية فيزيد فقد الغذاء ويتأثر النمو . وعموما فإن مستوى عكارة أقل من ١٠٠ مجم / لتر يكون ضعيف

التأثير على معظم أنواع السمك . وتتعقد الصورة بزيادة العكارة عن هذا الحد خاصة بزيادة مدة التعرض لهذه العكارة .

وتؤدى شدة تسميد الأحواض عضويا بكسب المستردة إلى إنتاج تيارات شديدة من الطحالب ، عندئذ تنشر عليها بانتظام حشائش البط duckweed على سطح الماء وتزال تماما بعد حوالى ٢ - ٣ أسابيع عندما يتحول لون الماء إلى البنى ، إذ تعزل هذه الحشائش الشمس فتقتل الطحالب ، وتتغذى عليه الهوائم الحيوانية وتنمو وتتضاعف بسرعة محولة لون الماء إلى البنى ، فتزال الحشائش وتخزن الزريعة فى أحواض الحضانة . إذ أن الطحالب أو انتشار الهوائم النباتية وقت تخزين الزريعة غير مرغوب لأنها تتطلب هوائم حيوانية (٠,١ - ٠,٣ مل / زريعة وقت التخزين) .

تشكل الطحالب حوالى ٢٢ ألف نوع ، وتتراكم الذرات المشعة فيها فتصير مصدر للإشعاع يتراكم فى الأسماك ، وتنمو بغزارة عندما تواتيها الظروف مكونة ازهارات Blooms أو أغطية Blankets أو حصر Mats . بعضها يسد عيون الغزل فى الأقفاص السمكية وتحول دون حركة الماء ووصول الغذاء والأوكسجين وتصريف نواتج الإخراج وذلك لما تنتجه من مواد هلامية غزيرة أو لما لبعضها من جدر صلبة من السليكا أو لما تشكله بعضها من خيوط (كالباليلا ، الدياتومات ، كلوريلا على الترتيب) . وتعمل بعضها على قتل الأسماك لأنها سامة (مثل جيمنودينيوم) أو لخفضها لتركيز الأوكسجين فى الماء . وأخطر الطحالب هى السامة ومنها :

أ - البريمنسيوم بارڤيوم Prymnesium parvum :

والتى تعيش فى الماء الشروب وتنتج سموما خارج خلاياها يصبح السم مميتا بتركيز ٥ وحدة سم سمك / مل (5 ITU / ml (Ichthyotoxic Unit /ml بينما التركيز الأقل يبطىء من حركة السمك ويحاول القفز خارج الماء .

وتتم الوقاية بالمعاملة بكبريتات الأمونيوم ١٠ - ١٥ جزء فى المليون أو كبريتات النحاس ٢ - ٣ جزء فى المليون أو أمونيا سائلة ١٠ - ٥ جزء فى المليون . ويؤثر على هذه العلاجات العوامل الخارجية كتركيز أيون الهيدروجين والحرارة والملوحة .

ب - الطحالب الخضراء المزرقة Blue - green algae :

بعض هذه الطحالب مثل P.parvum تعتبر سامة وتؤدى إلى نفوق السمك نتيجة التحطم المفاجىء للطحالب نتيجة حجب الضوء فتموت الكائنات الخضراء ويقتصر التمثيل الضوء على المنطقة العليا من الحوض ٦ سم والتى تكون مشبعة بالأوكسجين بينما باقى الحوض يعوزه الأوكسجين مما يضطر السمك للارتفاع للسطح لكن فى وجود المطر أو انخفاض الحرارة أو الرياح الشديدة فإنها تغطس حيث تختنق . لذا يفضل دفع الماء السفلى للسطح للتهوية مع وضع الفوسفات لتشجيع التمثيل الضوئى عند توقع مثل هذه الظروف . ومن الطحالب

الخضراء المزرقة المنتجة لسموم السمك طحلب ميكروسيستس توكسيكا Microcystis toxica ومنها مايسبب طعما ورائحة غير مرغوبتين للحم السمك كما فى طحالب اوسيلاتوريا تنيوس Oscillatoria tanuis وطحلب انابينا سبيروبدس Anabaena spiroides ويستخدم كبريتات النحاس للمقاومة إلا أن نثرها على الحوض يزيد من مشكلة نقص الأوكسجين لشدة نفوق الطحالب وتحللها لذلك تضاف فى أركان الحوض أو توضع فى أكياس تعلق فى الماء لتنحل تدريجيا ببطء بتيار الماء .

ومن المهم فى مزارع الأسماك معرفة أنواع الطحالب المنتجة للسموم والتى تنتمى إلى عدة أجناس ، وإن كانت العوامل المحددة للسمية معقدة وغير مفهومة . وسموم الطحالب إما قلويدية ذات تأثير عصبى ، أو بروتينية أو ببتيدية ذات تأثير كبدى . عموما ليست كل الأنواع داخل جنس ما وليست كل العشائر لنوع معين منتجة للتوكسين ، وحتى داخل جسم مائى ما فإن بعض مواقع الطحالب قد تنتج السم بينما فى مواقع أخرى مجاورة قد لاتنتج السم . ويختلف السم لنوع ما باختلاف سلالات الطحلب ، مما يجعل من الصعب التعرف على سم معين دون إجراء اختبارات معملية رغم أن سموم الطحالب الخضراء المزرقة للمياه العذبة من بين أشد السموم الطبيعية فإن دورها فى القتل غير واضح ولايحدث التأثير السام إلا بوجود السمك مباشرة معرضا للسم ، وهذا لايحدث إلا فى أثناء تفشى الطحالب السامة أو هضمها مباشرة .

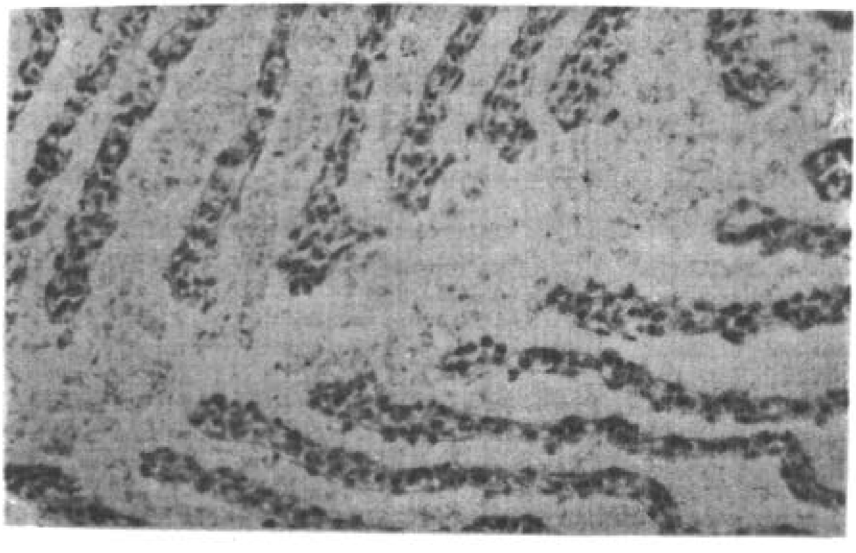
سموم الطحالب الخضراء المزرقة

النـــــــوع	التوكسين	تركيبه
Lyngba majuscula	لينجباتوكسين (A)	قلويد
	ديبروموأفيسياتوكسين	فينولى
Schizothrix calcicola	ديبروموأفيسياتوكسين	فينولى
Oscilatoria nigroviridis	أوسيلاتوكسين (A)	فينولى
Nodularia spumigena	نوديولارياتوكسين	غير معروف
Microcystis aeruginosa	ميكروسيستين	ببتيد
	ميكروسيستين (C)	ببتيد
Anabaena flos - aquae	اناتوكسين (a)	قلويد
	أناتوكسين (b)	غير معروف
	أناتوكسين (c)	ببتيد
	أناتوكسين (d)	غير معروف
	أناتوكسين (a - s)	غير معروف
Aphanizonenon flos - aquae	افانتوكسين	قلويد
Oscillatoria agardhii	اوسيلاتورياتوكسين	غير معروف
Oscillatoria rubescens	اوسيلاتورياتوكسين	غير معروف

وأهم الطحالب البحرية المنتجة للسموم هي Dinoflagellates التي تؤدي إلى تيار أحمر يعرف بالمد والجزر الأحمر ، ومنه حوالي ١٢٠٠ نوع تسبب هذا التيار الأحمر ، لكن من بينها فقط حوالي دستة هي التي تنتج سموما ، ونصف هذه الدستة قد يسبب قتل السمك . وفي عديد من الحالات كان طحلب Gyrodinium aureolum هو المسئول عن قتل السمك وفي حالات أخرى كان Flagellate x . ويحدث موت السمك في ظرف ١ - ٢٤ ساعة بعد زيادة معدل التنفس والنشاط يعقبه عدم نشاط وموت نتيجة تغييرات نسيجية تميزت بنكرزه وتحلل طلائية الصفائح الخيشومية . وغالبا يحدث التسمم هذا في شهور الصيف . كما تساعد مخلفات مزارع السمك في ازدهار هذه الطحالب . وسموم الطحالب السامة هذه Dinoflagellates قد تؤدي إلى تسمم مصحوب بشلل لأكل المحار ، وقد تسمم السمك أو السمك والكتاكيت والفئران أو السمك والفئران والمحار ، وقد تتلف الكبد والكلى ، وقد تتلف الخياشيم . وهذه الطحالب السامة من أجناس Gonyaulax , Gymnodinium , Chattonella , Exuviaella , Pyrodinium .

وفي أي لحظة من الزمن فإن عشيرة الهوائم النباتية لأي بيئة مائية طبيعية تتكون من عشرات من الأنواع المختلفة من الطحالب ، لكل نوع منها احتياجات حرارية وإضاءة ومغذيات مختلفة ، وعليه يسود نوع في أي ظروف بيئية ، فتتغير الأنواع السائدة بتغير وقت السنة ، وإن كان ذلك أقل أنتشارا في المناطق الاستوائية لثبات الظروف البيئية لحد ما . وفي الماء العذب فإن أكثر الأنواع الهامة انتشار هي مجاميع Diatoms والطحالب الخضراء المزرقة Cyanobacteria (blue - green algae) . وتؤدي موجات Diatoms إلى تلف الخياشيم لاغطية خلاياها المشبعة بالسليكا . والطحالب الخضراء المزرقة أكثر انتشارا في المياه الداخلية وبخاصة في المياه الأستوائية . وكثير من أنواع الطحالب الخضراء المزرقة تراكم فقاقيع غازية في خلاياها في أثناء البناء الضوئي في ظروف معتمة (ماء عميقه) مما يجعل مستعمراتها أو خلاياها تطفو تجاه السطح . وبعض هذه الطحالب الخضراء المزرقة تسبب طعما غير مستحب في الأسماك المستزرعة ، وهذه الطحالب من جنسي Oscillatoria & Anabaena . فالهوائم النباتية (دياتومات ، دينوفلاجلاتا ، ميكروفلاجلاتا) تؤدي أحيانا إلى مشاكل في الزراعة المائية ، فالطحالب الدقيقة المنتجة للتوكسينات Microalgal phycotoxims ربما تقتل الأسماك ، فعلى سبيل المثال ألف خلية / لتر من Chaetoceros convolutus تقتل سمك المزارع و ٢٠٠ خلية / لتر من Dinophysis acuminata أو من D. acuta تعتبر سامة للمحاريات .

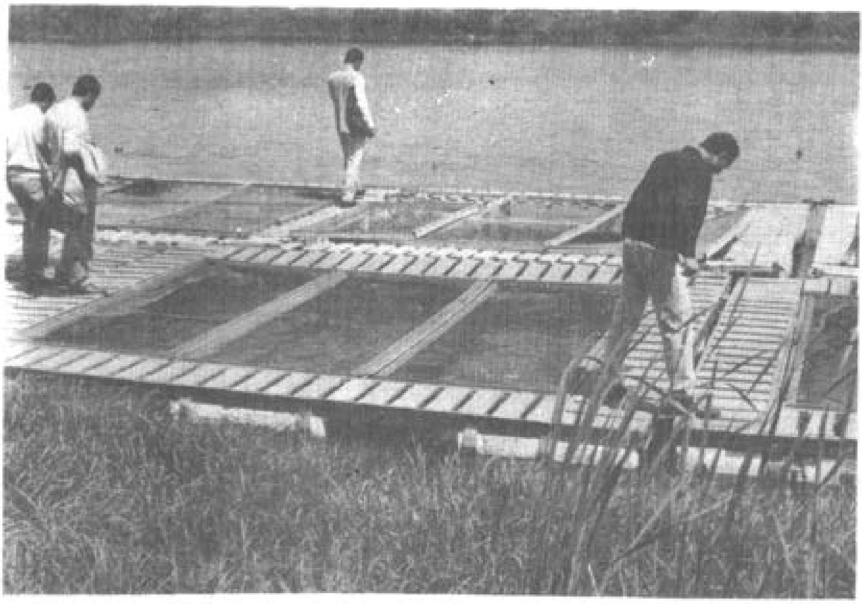
تيار من السيانوباكتيريا الميتة على سطح الماء فى قفص أسماك



قطاع فى خياشيم مصابة بالدينو فلاجيلاتا Gyrodinium aureolum تظهر الصفائح الخيشومية الثانوية المشوهة وحطام الستيوبلازم والأنوية بين الصفائح .

الحشائش المائية فى المزارع السمكية تؤدى إلى :

- تشارك الأسماك فى غذائها وتستنفذ خصوبة المياه .
- وتحمي بويضات الناموس ويرقاته .
- وتختبىء بها القواقع العائلة للبلهارسيا وللدودة الكبدية .
- وتسبب إخلالا بتوازن الأسماك إذ تحمى الأسماك آكلة العشب وتتكاثر بأعداد هائلة على حساب الأسماك المفترسة التى يقف نموها ولاتبلغ الحجم المناسب لصيدها والانتفاع بها .
- تؤدى إلى نقص الأوكسچين وزيادة ثانى أوكسيد الكربون فى المياه فتضر بالأسماك .
- وعند موتها تتحلل وتزداد نسبة نقص الأوكسچين وزيادة ثانى أوكسيد الكربون فتؤدى إلى موت كثير من الأسماك .
- وتضعف الضوء ، فلا يتخلل ضوء الشمس للمياه فيعيق نمو البلانكتون (غذاء الأسماك) ويقلل خصب المياه وتؤخر نضج الأسماك وإنتاجها .
- وتعرقل عملية الصيد للأسماك .



أنتشار الحشائش المائية حول الأقفاص السمكية

وللمحافظة على الأسماك من الأمراض البيئية (الراجعة للرعاية والإدارة) ينبغى عدم السماح بتلوث الماء بالمواد العضوية مع مراقبة خواص جودة الماء وتجنب ازدحام الأسماك وتقديم الغذاء الكاف المتزن ، وزيادة ماء الحوض فى الأوقات الحارة ، حجر بيطرى للزريعة الواردة من مزارع أخرى وعزل المريض

والمشكوك فيها ، تفريغ الحوض عند ظهور مرض وتجييرة وتطهير تجهيزات المفرخ وفحص الأعلاف ومقاومة الطفيليات والقواقع والطيور والأسماك المفترسة .

وتتم عملية السيطرة على نمو النباتات الزائدة بطرق بيولوجية (الأسماك العشبية ، التسميد لزيادة الهوائم فتعزل الأشعة عن النباتات) وميكانيكية (الحش والحرث) وكيماوية (مبيدات الحشائش) .

المفترسات الطبيعية :

فالطيور أحد المفترسات الهامة للبلطى التى تؤدى إلى فقد ٨٥ – ٩٥ ٪ من القطيع . ومن أهم المفترسات يعتبر طائر السمّاك (القاوند) Kingfisher وعقاب (نسر) السمك fish eagle والمالك الحزين أو أبو قردان heron . وتستهلك البجعة pelican الواحدة ١ – ٣ طن سمك سنويا بينما يستهلك أبو قردان واحد ١٠٠ كجم سمك سنويا . وعليه فصيد هذه الطيور حول أحواض السمك يحمى السمك من الافتراس ، كما يفضل تسوير وتغطية أحواض السمك للحماية من الافتراس .

ولقد بلغت خسائر مزارع الأسماك من التهام الطيور البحرية (المائية) المهاجرة للأسماك مائة مليون جنيه ، أى بلغت الخسائر ما يوازى ٧٠ ٪ من الإنتاج فانخفضت إنتاجية الفدان من ١٠٠ – ١٥٠ كجم (سمك تصدير من بور سعيد والإسماعيلية والشرقية) إلى ٣٠ كجم ونفس الخطر يهدد بحيرة البردويل بسبب غراب البحر (العجاج) والتى لاتأكل إلا أسماك التصدير من بنيس وقاروص وموسى وثعبان البحر . وتزيد أنواع الطيور المهاجرة إلى مصر شتاء عن ٢٠٠ نوع ، وحظر صيدها يزيد أعدادها .

وتعتبر كلاب البحر atters من المفترسات الشديدة التى تستهلك حتى ٨٠ ٪ من قطعان السمك لذلك يفضل تسوير الأحواض ضد هذه الحيوانات .

والسمك المفترس يشكل مشكلة كذلك بدخوله الأحواض من فتحات القنوات ، لكن حجم مشكلتها بسيط وتقاوم بمادة سامة للسمك كالانتركس بتركيز ١٨ جزءا فى البليون وهو مركب هيدروكربونى مكلور لايؤثر على البلطى ويؤثر بقلة على إنتاج الفيتوبلانكتون . ثعابين الماء water snakes مشكلة كبيرة لأحواض الزريعة فقد أمكن صيد ٣٠٠ ثعبان فى ١٠ مصايد فى أسبوعين فى حوض واحد سعة ٢٠٠٠ م٢ فى إسرائيل .

البرمائيات amphibians وخاصة الضفدع الإفريقى يعيش على الفقس ويتلف المرابى لذا تصاد الضفادع بشباك شرك سلكية ويحطم بيضها بجرفها بعيدا عن الأحواض أو إتلافة بالجير الحى ومن الحشرات المفترسة ما تهدد الزريعة فى أحواض الحضانة .

ومن الحشرات المفترسة خنافس الماء Water beetles وبق الماء Water bugs وصقور الناموس dragonflies وهذه تفترس الزريعة وأحيانا الإصبعيات وتقاوم بعمل مستحلب مع زيت نباتى أو صابون ينشر على سطح الماء فى طبقة رقيقة تعمل على قتل معظم الحشرات المائية الصغيرة لعزلها عن الجو وصمق أنابيب تنفسها فتموت . ويجرى عمل المستحلب بإضافة ٥٦ كجم زيت مستردة / هكتار مع ثلث الكمية من صابون رخيص مخفف بالماء وينشر بالرش باليد على مسطح الحوض فيقتل الحشرات فى ظرف ١ – ١,٥ ساعة . ويجرى ذلك قبل تخزين الزريعة بساعات قليلة . ولايفضل استخدام زيوت معدنية أو مبيدات لتأثيراتها السلبية على فقس المبروك والكائنات المغذية للسمك . ويمكن استخدام زيت الديزل لعمل المستحلب للتحكم فى حشرات أحواض الحضانة nursery pond insects . وفى أحواض الرعاية تتطلب الزريعة كذلك للحماية من المفترسات وكذلك للإضافات الغذائية والتسميد . وقد وجد أن التغذية للإصبعيات

على شرانق دود الحرير لعديد من أنواع السمك كانت أفضل من التغذية العادية أو على كسب المستردة ورجيع الأرز .

وتقاوم الحشائش المائية الغاطسة بالأمونيا (١٢ - ١٨ جزء / مليون أزوت) ، كبريتات نحاس (١٠ جزء / مليون) بعد خفض pH إلى ٦ ، زرنيخات صوديوم (٥ - ٦ جزء / مليون) دون قتل أسماك الحوض . كما يمكن جمعها بسلاسل وباليد وبالأوناش . والمقاومة البيولوجية للحشائش أقل تكلفة من طرق المقاومة الأخرى .

وتقاوم الأعداء الطبيعية للأسماك بصيد يرقات الحشرات بشباك قماش ناعمة قبل تخزين الزريعة بالأحواض ، مع استخدام مستحلب زيتى يرش على الحوض للقضاء على الخنافس واليرقات فى الحوض . وتستخدم حواجز عند مدخل الماء لمنع دخول الأسماك المفترسة ، وصيد الموجود منها بالفعل فى الحوض بسنارة مطعومة . والقضاء على بيض البرمائيات بشبكة جارفة أو بالجير الحى وإحاطة الحوض بسياج من السلك الناعم . وسد الثغور والجحور القريبة من المزرعة لمقاومة الزواحف . والطيور المائية إما يتم صيدها بشباك أو بطعم مسموم . وللقضاء على الأسماك غير المرغوبة يستخدم مبيد الأسماك Piscicide مثل مسحوق بذور الشاى (المادة الفعالة هى السابونين) أو الروتينون Rotenone سواء كان مسحوقا أو سائلا .

أحواض السمك والصحة العامة : Fishponds and public health

قد تؤدى الأسماك المستزرعة إلى أمراض معينة للإنسان كما فى حالة استخدام روث الإنسان غير المعالج كسماد للأحواض فيؤدى إلى حوادث طفيليات الأمعاء بين السكان المستهلكين لهذه الأسماك خاصة لو استهلكت نيئة وكسلاطة طازجة أو غير جيدة الطهى كما يحدث فى جنوب شرق آسيا وأوربا فتنتشر الديدان الشريطية للإنسان Diphyllobothrium latum وديدان الدم Opistorchis ، وقد تنقلها إلى الأسماك كذلك الطيور المختلفة . لذا ينبغى طبخ السمك جيدا . كما تساعد أحواض السمك فى ظروف معينة على انتشار الملاريا والبلهارسيا من خلال تربية البعوض والقواقع. وتقاوم الملاريا بتربية أسماك آكلة ليرقات البعوض مثل الجامبوزيا وبحش كل نباتات الأحواض . وبالنسبة للبلهارسيا التى تسببها دودة دم Bloodworm (Schistosoma) فى الإنسان وعائلها الوسيط قوقع مائى وتقاوم بالقضاء على القواقع بإبادة النباتات الغاطسة والطافية ويساعد فى ذلك تربية أسماك آكلة للنباتات وكذلك البط فيساعد ذلك فى مقاومة البلهارسيا ، إذ أن النباتات مأوى وغذاء للقواقع مثل Bulinus أحد عوائل البلهارسيا . فمن المهم كذلك تربية أسماك آكله للقواقع مثل المبروك الأسود (Mylopharyngodon piceus) black carp وهذا يفسر دور المبرك الأسود ومبروك الحشائش فى مقاومة البلهارسيا (بالقضاء على القواقع والحشائش التى تأوى القواقع كعائل للطفيل) . كما أن التجفيف والتجيير يحد من غزو القواقع المختلفة بما فيها العائل للبهارسيا . وإن كانت المقاومة الحقيقية للبلهارسيا ليست فقط فى القضاء على القوقع (غير الضار فى حد ذاته) والحشائش بل أساسا بسلوك الإنسان الذى يفرز الطفيل فى بوله وروثه إلى الماء فالقواقع ، لذا ينبغى عدم قضاء الحاجة فى المجارى المائية .

وهناك خطوه من انتقال مسببات الأمراض من السمك إلى الإنسان نتيجة تربية السمك فى أحواض مغذاة بالمجارى Sewage - fed pons كنظام منتشر فى زراعة الأسماك وإن كان الطهى العادى للسمك ، سواء بالقلى أو الشى أو السلق أو التبخير ، تعتبر كلها طرق فعالة لضمان منتجات خالية من مسببات

الأمراض . فالمجارى والمخلفات الزراعية ضارة ببيئة السمك . ولذلك يجب معالجة هذه المخلفات قبل إدخالها إلى أحواض السمك ، على ألا يزيد العد البكتيرى عن ١٠ ° / مل فى ماء الأحواض المغذاة بماء الصرف ، مع إيقاف ضخ ماء الصرف إلى الأحواض السمكية قبل حصاد السمك بأسبوعين للحد من cryptosporidium ، وبعد الحصاد ينبغى حفظ السمك على الأقل عدة ساعات فى حوض ماء نظيف لتفريغ أحشائه من محتوياتها ، على ألا يتعدى عد البكتريا فى عضلات السمك القابلة للأكل عن ٥٠ / جم وعلى ألا تتواجد سالمونيلا ، وينبغى غياب البويضات الحية للديدان الطفيلية فى الإنسان من ماء هذه الأحواض السمكية (المغذاة بماء الصرف) لذا يجب تخزين الغائط Nightsoil أسبوعين (لتفادى مثل هذه البويضات) قبل استخدامه فى أحواض السمك. كما ينبغى خفض كمية النباتات فى مثل هذه الأحواض كى لا تأوى الحشرات وعوائل مسببات الأمراض ، مع العناية بصحة وأمان العمال وبحارة الأحواض المستخدمة لماء الصرف ، وكذا يجب توعية المستهلك لهذه الأسماك لمراقبة جودة وصحة المنتج بتجويفه وغسيله وتبريده .

الفصل الثالث

أمراض التلوث

عُرف التلوث البحرى بأنه « إدخال الإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر لمواد أو طاقة إلى البيئة البحرية (والبحيرات) ، مما يؤدى إلى آثار سيئة كضرر للمصادر الحية ، ومخاطر على صحة الإنسان، وإعاقة الأنشطة البحريةبما فيها الأسماك ، واتلاف جودة ماء البحر للاستخدام وخفض حلاوته » .

والملوثات ٣ شرائح هى :

١ - **الملوثات السامة والمثبطة** : تيارات حرارية ، عناصر دقيقة غير ضرورية للحياة non - biotic كالكروم والنيلك والزئبق والكادميوم والرصاص والألمونيوم والتيتانيوم والكلور الحر والسيانيد والفوسفور العنصرى، زيادة مستوى العناصر الدقيقة الحيوية كالحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والموليبدنم ، بعض المركبات للزيوت المعدنية ومشتقاتها ، الفينولات والمنظفات والهيدروكربونات المكلورة وبعض المركبات العضوية المخلقة الأخرى ، زيادة مستوى المنتجات الوسيطة لهدم المادة العضوية والنيتريتات والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين بتحلل المادة العضوية ذاتها إذا تتطلب أوكسجين بكثرة ، وبالتالى يقل الأوكسجين الذائب بشدة ، المستويات العالية من الأحماض والقلويات القوية والتى تحرف pH الماء العادى.

٢ - **ملوثات غنية** : وهى كل ما يزيد المستوى العادى للمغذيات كالأمونيا والنيترات والنيتريت والفوسفات وربما بعض العناصر الدقيقة كالحديد والمواد العضوية المساعدة كالفيتامينات والهرمونات النباتية وكلها مغذيات وتشتمل على المجارى المعالجة والخام والمنظفات ، مصارف صناعية إعداد وتجهيز الأغذية ، مياة صرف المزارع ، مجارى المناطق الزراعية المسمدة ، صرف الحضر ، مياة ومصارف من أجواء ملوثة .

٣ - **أراضٍ غروية** : المادة الغروية تعيق الخياشيم وأعضاء الترشيح كما تعيق وصول الضوء وتغطى مادة القاع للمجارى المائية وتعيق الوظائف الإدمصاصية فتدخل تعديلات هامة على البيئة المائية وعشائرها خاصة نباتات وحيوانات القاع. وأهم مصادرها أكوام الروث من محطات المجارى ومخلفات محطات المعالجة المائية ، وناتج تطهير المجارى المائية بالكراكات ، عمليات التعدين على الشواطىء وتحت الماء ، مخلفات التصنيع للتيتانيوم والخزف والأسمنت والورق والخشب.

ويعبر عن **سمية** المواد السامة بالتركيز المميت لنصف عدد القطيع التجريبى فى ٤٨ ساعة LC50 وهو يكافىء وحدة سامة toxic unit ، فإذا زاد تركيزالمادةالسامة عن الوحدة السامة فإن أكثر من نصف القطيع يموت ، بينما اذا قل التركيز عن الوحدة السامة فإن نصف القطيع لن يموت، لذلك يعبر عن قوة المواد السامة بالوحدات السامة وهى تساوى حاصل قسمة التركيز الفعلى فى الماء على التركيز المميت

لنصف القطيع . وإذا وجد خليط من المواد السامة فيحسب الوحدات السامة لكل مادة على حدة والتى قد تجمع معا بعد ذلك للتعبير عن قوة الخليط السام.

ولقد اقترحت معادلة Abbot لحساب **النفوق** الراجع للتلوث على النحو التالى :

$$\text{النفوق المصحح ٪} = \frac{\text{النفوق الملاحظ ٪} - \text{النفوق فى المقارنة ٪}}{\text{١٠٠} - \text{النفوق فى المقارنة ٪}}$$

وذلك إذا كانت نسبة النفوق الطبيعية (فى المقارنة) لا تزيد عن ٢٠ ٪.

هذا وقد تتحور السمية لمادة ما بفعل **صفات الماء** الطبيعية والكيماوية كالحرارة ، pH ، قلوية البيكربونات ، الجوامد الكلية الذائبة، الملوحة ، الأوكسجين الذائب. فنقص الأوكسجين فى حد ذاته يزيد من الأثر السام لأملاح الزنك والرصاص والنحاس والفينولات، كما يؤدى إلى نقص الحيوية وخفض محتوى الأحماض الأمينية الحرة . وتعمل الملوثات على إبادة الأسماك بتأثيرها المباشر على السمك وغير المباشر (على أغذية السمك من بلانكتون وكائنات قاع وغيرها). ويؤدى التلوث إلى عدم اتزان بيئى (مما أدى إلى القضاء على المحار بكم كبير والتى تتغذى على الأسماك الجيلية فانتشرت القناديل فى البحار فى المناطق الحرة).

إن العوامل **الاجتماعية والاقتصادية** تؤثر على خواص المياه بتلويثها بفضلات الحيوان والإنسان والزراعة والصناعة بالملوثات العضوية والمعدنية بما يشكل عبئاً loading على الأسماك وغيرها من الكائنات الحية فى البيئة المائية . كما أن عشائر الحيوان والنبات تؤثر على خواص المياة فزيادة نمو النباتات تخفض من تركيز الأوكسجين الذائب فى الماء ليلا وترفع قيمة pH فى أثناء النهار، وهذه التغييرات تؤثر مباشرة على سمية بعض المواد السامة لعشيرة الحيوانات المائية . وهذه النظم كلها فى حالة اتزان ديناميكى ، فالتغيير فى أى عامل قد يؤثر بشكل أو بآخر على كل النظم فى البيئة المائية.

ولإنتشار مصادر التلوث فى كثير من بقاع الأرض، فقد أحصت أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا فى ببليوجرافية عن تلوث البيئة المائية المصرية فى أبريل ١٩٨٨ شملت ١١١٠ بحثاً على تلوث البحر المتوسط والبحر الأحمر وبحيرة ناصر ونهر النيل والبحيرات . إذ يتم صيد السمك **بالمواد السامة** كالسيانور، ويتم صرف مياة غسيل المواسير والغلايات الخاصة بمحطات الكهرباء فى **النيل** بما تحتويه من مواد سامة بتركيز عال يسمم الأسماك . ويصب فى **بحيرة المنزلة** وحدها من الغرب والجنوب ستة مصارف كبيرة تنقل صرف القاهرة والشرقية والمنزلة والمطرية والجمالية ودمياط وبورسعيد إلى البحيرة بمتوسط ١٧٥٠ ألف م٣ يومياً (منها ١,٥ مليون م٣ من القاهرة الكبرى وحدها) ، إضافة إلى الصرف الصناعى لثمانية مصانع وكذلك الصرف الزراعى ، مما يجعل أسماك البحيرة سامة . ونفس مشكلة التلوث تواجهنا فى معظم أجسامنا المائية داخلية وبحرية.

في منطقة **أسوان** يشكل مصرف السيل مصدر التلوث الأساسي، لاستقباله المجاري، وماء الصرف الزراعي، وماء صرف مصنع كيما. فتزيد تركيزات الأمونيا والجوامد الكلية حتى نصف كم شمالاً.

وفي منطقة **قنا** يشكل ماء صرف مصانع السكر أهم الملوثات للمنطقة ولمسافة ١ - ٢ كم شمال المنطقة.

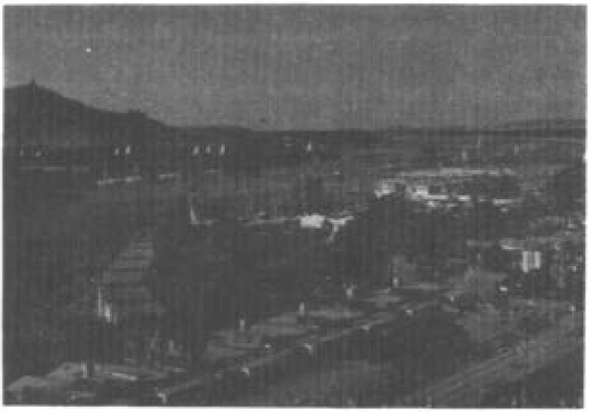
بينما في **سوهاج** يرجع تلويث النيل لنواتج صرف مصانع هدرجة الزيوت وتجفيف البصل، ويستمر التلوث شمال المصانع لمسافة ٢٠٠ م.

وفي **أسيوط** مصانع السوبر فوسفات التي تصرف ماء فضلاتها في النيل، فتجعله حامضياً جداً مع زيادة المواد الصلبة الكلية.

ومنطقة **القاهرة** تلوث النيل بمخلفات عديد من المصانع، أهمها مخلفات مصانع الحوامدية، والحديد ومصانع الفحم والأسمدة.

وفي منطقة **رشيد** يكون مصدر التلوث من المجاري ونواتج صرف صناعية أهمها مصانع كفر الزيات خاصة للمبيدات والملح والصودا والسوبر فوسفات.

وفي منطقة **دمياط** تشكل مخلفات مصنع طلخا للأسمدة أهم مصادر التلوث.



الفنادق العائمة
والإنشاءات على ضفاف النيل
ضمن مصادر
تلوث النيل

والميناء الغربي **للإسكندرية** واحد من أهم الموانئ المصرية، وهو يستقبل يومياً أكثر من ٩٠ ألف متر مكعب من مياة الصرف الصحي والصناعي، وكمات من الزيوت والهيدروكربونات الكلورونية بجانب ٦ مليون متر مكعب/ يوم تخرج من محطة المكس كماء شروب ملوث خارج الميناء إلا أن الرياح الغربية يمكن أن تنقلها للميناء، وهذا يخفض من تركيزات الكالسيوم والماغنسيوم الكبريتات والبروم والقلوية، وتزيد تركيزات الحديد والنحاس والمنجنيز. فقد انخفضت قيم الأوكسجين والملوحة لمياة الميناء الغربي، بينما زادت

قيم الأمونيا والمادة العضوية ويظهر كبريتيد الهيدروجين . وكذلك الميناء الشرقى للإسكندرية تصب فيه مياه المجارى مما يغير من رائحة ولون مياه البحر ، كما انخفض تركيز الأوكسجين الذائب (من صفر إلى٠,٠٧ مجم / لتر) فى الماء السطحى، ويزداد تركيز الأمونيا بفعل الهدم البكتيرى للمادة العضوية واختزال النيتريت والنيترات فيبلغ تركيز الأمونيا أقصاه ٧٠ ميكروجرام / لتر ، وزاد تركيز النيتريت إلى ٣,٦٩ ميكروجرام / لتر . وبهذا فإن الصرف الصحى فى الميناء الشرقية قد يعرض المنطقة لعدم صلاحيتها لمعيشة الأسماك .

إذا تعرضت الأسماك إلى تركيزات عالية من الملوثات (جرعة تحت مميتة من الفينول، أو الأمونيا غير المتأينة ، أو نقص أوكسجين) فيظهر زيادة فى النسبة الحجمية لجسيمات الدم وتركيز الجلوكوز ، كما يزيد الكورتيزول فى أثناء الساعات الأولى من التعرض يتبعها عودة تدريجية للقيم الطبيعية بتقدم وقت التعرض للملوثات. وتتناسب الزيادات فى تركيزات الجلوكوز والكورتيزول مع تركيزات الملوثات، بينما لايوجد مثل هذا الارتباط مع قيم النسبة الحجمية لجسيمات الدم (إلا أن هذا المقياس لا يشير للضغوط الواقعة على السمك). لذلك يستخدم مقياس الطلب على الأوكسجين بيولوجيا (B.O.D.) **كمقياس للتلوث** العضوى، كما يستخدم الكشف عن بكتريا اشيريشيا كولاى كدليل على درجة التلوث المرضى.

وللكشف عن الملوثات يتم تحليل الماء والكائنات الحية به (والتى تتركز فيها هذه الملوثات سواء نباتات أوحيوانات راقية أو دنيا) والرواسب فى قاع المجرى المائى، إذ تشبه الكائنات فى تراكم عديد من الملوثات فيها، وهذه الدراسات تشمل جانباً كيماوياً وآخر توكسيكولوجى، وقد يفيد كذلك تحاليل للبيئة إذ تساعد فى الكشف عن التلوث كترجمة مبسطة للكشوف البيولوجية.

طلب الأوكسجين Oxygen demand :

ينقسم الطلب على الأوكسجين الذائب فى الماء إلى ٣ درجات :

١ – الطلب الفورى للأوكسجين immediate oxygen demand ، ومرجعه للتفاعلات السريعة نسبياً بين أنواع معينة من الكيماويات غالبا غير عضوية كالكبريتيت مثلا والأوكسجين الذائب. وهذا الطلب يختلف باختلاف نوع وكمية الكيماويات المضافة وكمية الأوكسجين المتطلبة للتفاعل معها . وهذا المطلوب من الأوكسجين كيماوى (COD) بحت.

٢ – الطلب الكربونى للأوكسجين carbonaceous oxygen demand ، وهو متصل بميتابوليزم الكيماويات العضوية فى الكائنات الحية، ويشير إلى المطلوب بيوكيماوياً من الأوكسجين BOD.

٣ – الطلب النيتروجينى للأوكسجين nitrogenous oxygen demand (NOD)، ويشير للأوكسجين المتطلب لعملية النيترته nitrification أى أكسدة الأمونيا (ناتج هدم النيتروجين العضوى بالكائنات الحية) إلى نيتريت ثم أكسدتها إلى نيترات ، فإذا احتوى الماء على ٣٠ – ٤٠ مجم / لتر نيتروجين (فى المتوسط ٣٥ مجم / لتر ازوت) وهذا يتطلب ٤,٣ جم أوكسجين / جم نيتروجين فتكون NOD حوالى

١٥٠ مجم/ لتر.

وتشير الصور الكلية لطلب الأوكسجين إلى تفاعلات سحب الأوكسجين deoxygenation الناتجة من أنشطة العديد من الكائنات والتى تمثل مختلف المركبات الكيماوية.

ويمكن إعادة إغناء الماء بالأوكسجين reoxygenation صناعياً بطرق منها :

١ - تهوية ميكانيكية.

٢ - تهوية بالتربينات.

٣ - إعادة تهوية على هدرات.

٤ - إضافة أوكسجين.

٥ - إضافة فوق أوكسيد الهيدروجين الذى ينحل فيعطى الأوكسجين.

مصادر الملوثات التي تصل إلي الأنهار :

١ - ملوثات هوائية (كالغازات والدقائق) تصل الأنهار بواسطة مياه الأمطار التى تصل النهر مباشرة أو على شكل سيوله.

٢ - ما يجرفه السيل من ملوثات زراعية وغيرها خلال جريان السيل باتجاه النهر.

٣ - مصبات الفضلات الصناعية والمدنية خاصة عند عدم معالجة هذه الفضلات قبل طرحها إلى النهر.

٤ - الملوثات من الصرف الزراعى حيث تنقل كميات كبيرة من أملاح التربة وفائض الأسمدة والمبيدات إلى النهر ، إذ يتعذر معالجة هذه الملوثات على عكس الفضلات المدنية والصناعية لضخامة كمياتها.

٥ - تسرب الملوثات من مخلفات الأنشطة ، إذ تقوم المصانع بتكديس قمامتها بقرب مجارى الأنهار وقد تتعرض هذه الأكداس من الفضلات الصلبة إلى الأنجراف فى موسم الفيضان مما يسبب كوارث للحياه المائية فى النهر.

وتؤثر مصبات مياه الفضلات على المصدر المائى بأحد الأشكال الآتية :

١ - طرح مواد سامة كمياة الفضلات الصناعية كفضلات النسيج والدباغة وصناعات المعادن، والتى تؤثر على الحياه المائية (وبصورة غير مباشرة على الإنسان) وعلى استخدامات مياه النهر للأغراض المختلفة.

٢ - مواد عالقة تغطى قاع النهر قرب المصب وتعيق أنشطة الأحياء المائية كمطروحات صناعة السيراميك من الطمى العالق بكميات كبيرة.

٣ - مواد تؤثر على رصيد الأوكسجين الذائب عن طريق :

أ – مواد تستنزف الأوكسجين مباشرة كالمواد غير العضوية (كيماويات مختزلة) والمواد العضوية القابلة للتحلل.

ب – مواد تعيق عملية التهوية السطحية كالدهون والمنظفات ، وكل ما يشكل طبقة فوق سطح الماء تعيق تبادل الأوكسجين بين الجو وسطح الماء.

جـ – مياة ساخنة تؤدى إلى خفض التركيز الإشباعى للأوكسجين مما يحدد كمية الأوكسجين المذاب فى الماء.

٤ – مياة فضلات ساخنة تؤثر على الحياة المائية.

ماء الصرف sewer water :

يصل بمحتوياته إلى جسم الماء بطرق مختلفة لذا وجب دراسة أهم ملوثات ماء الصرف وهى:

١ – **ملوثات عضوية** : حيوانية الأصل، نباتية الأصل، منتجات المعاملة الحرارية للوقود الصلب (فحم، خشب)، بترول خام، منتجات بترولية، أحماض عضوية ، كيتونات وكحولات، فينولات، صبغات عضوية ومكوناتها، مواد تعمل على السطوح (كمواد الغسيل)، المبيدات (حشرية ، عشبية ، فطرية ، نيماتودية، حيوانية ، معقمات كيماوية ، منشطات ومثبطات نمو النبات ، وغيرها ...)

٢ – **ملوثات غير عضوية** : كبريتيد هيدروجين ومركبات كبريتية، أحماض وقلويات غير عضوية، سموم غير عضوية ، أملاح صوديوم وكالسيوم وماغنسيوم وأمونيا (كلوريدات ، كبريتات ، نيترات)، مواد معلقة معدنية.

وهذه الملوثات تقسم كذلك من حيث فعلها إلى مجاميع :

١ – **سموم فعلها موضعى** : غير عضوية (كلورين ، فوق أكسيد هيدروجين، برمنجنات بوتاسيوم ، أوزون ، أحماض قلويات ، أملاح معادن ثقيلة (للمنجنيز والنيكل والكروم والزرنيخ والكالسيوم ، والرصاص ، والحديد ، والزنك ، والزئبق، والنحاس والفضة)، وحمض البوريك) ، ومواد عضوية كالفورمالدهيد، صبغات وأحماض عضوية، تانينات ومنظفات.

٢ – **سموم تحدث شللاً عصبياً** : مواد غير عضوية : أمونيا وأملاح أمونيوم ، ك أ٢ ، قلويات ومعادن أرضية قلوية ، فلور، فوسفور. مواد عضوية : بترول خام ، منتجات بترولية، فينولات ، غرويات ، قار ، قلويدات، سابونين ، تربينات، نواتج تقطير الخشب، سموم من القواقع، مركبات عضوية مكلورة، مركبات عضوية فوسفورية، منتجات حمض الكارباميك وعديد من مبيدات الحشائش والطحالب.

٣ – **سموم تحلل كرات الدم الحمراء** : أمونيا وأملاح أمونيوم ، رصاص ، سيانيد ، سابونين، سلنيوم، بعض مركبات عضوية فوسفورية، بروبانيد ، ديورون، سموم طحالب خضراء مزرقة معينة.

٤ - **سموم بروتوبلازمية** : فلور، سيانيد، يوريا، ميركابتان .

٥ - **سموم إنزيمية** : مركبات عضوية فوسفورية ، فلوريدات ، سيانيد، أوكسيد صوديوم، كبريتات صوديوم، ك أ٢ ، هيدروكسيل أمين، وبعض المنظفات والميركابتنات المعينة.

٦ - **سموم مخدرة** : هيدروكاربونات، هالوجينات الكيل، كحولات ، استرات ، كيتونات، الدهيدات.

٧ - **سموم مختلطة التأثير** : أمونيا وأملاح أمونيوم ، سيانيد، فلوريد ، مركبات عضوية فوسفورية، فورمالدهايد ، سابونين.

فالملوثات طبيعية (رواسب وطين، وأجزاء ميتة ، بذور نباتات كالسنط)، وملوثات غير عضوية (مبيدات حشرية ومبيدات حشائش وملوثات صناعية خاصة العناصر الثقيلة والأسمدة الصناعية والمنظفات والعناصر الدقيقة السامة والمواد المشعة)، وملوثات عضوية (بكتريا وفيروس وكائنات أخرى مرضية ومغذيات من الروث وهدم مخلفات التصنيع الزراعي أو تلف الحشائش والطحالب والمضادات الحيوية ، الزيوت)، وملوثات من ارتفاع الحرارة والنظائر المشعة.

ومن الكيماويات المقاومة للتحلل البيولوجي **كالمنظفات** التخليقية لما تسببه من فوران (رغوة) بما يؤثر على الحياة المائية. وينتمي لهذه المجموعة كذلك عديد من المبيدات التي تقاوم التحلل البيوكيماوي. كما أن عديداً من اليهدروكربونات الكلورينية عالية المقاومة، وتسبب أضرار صحية حادة ومزمنة للإنسان لمقاومتها وشدة امتصاصها بواسطة مواد الخلايا، مما يساعد على تراكمها في الكائنات الدقيقة بتركيزات تفوق تركيزاتها في الماء وتدخل بعد ذلك في سلسلة الغذاء من أسماك وطيور وحيوانات وإنسان.

وتعتبر **المادة العضوية** مسبباً رئيسياً لخصوبة الماء، إذ تتسبب المواد العضوية في زيادة تركيز البكتريا التي تعمل على تحليل المادة العضوية وإنتاج غاز ك أ٢ حيث تسبب هذه التركيزات العالية من ك أ٢ في زيادة نشاط الاشنات وحدوث انفجار في عددها بما يعرف بالثورة الطحلبية والذي يتحدد بتركيز الفوسفور الذائب إلى أن تصل زيادتها إلى حدود غير معقولة فتبحث عن عامل محدد آخر (بدلاً من الفوسفور) لنموها وهي أشعة الشمس ، إذ أن زيادة العكارة العالية لا تؤدي إلى وصول كمية كافية من الضوء اللازم لدوام الحياة الخضراء مما يؤدي إلى موتها وتحللها بما يؤدي إلى نقص وخلل في موازنة الأوكسجين.

وتزداد حساسية الأسماك للتسمم بنقصان **تركيز الأوكسجين** فإذا كان مثلا التركيز القاتل لمادة معينة في جو مشبع بالأوكسجين هو ٥ مجم / لتر فإن التركيز القاتل لنفس المادة يكون في حدود ٣،٥ مجم / لتر في ماء نصف مشبع بالأوكسجين.

كما تؤثر درجات **الحرارة** على مدى تأثر الأسماك بالسموم فرفع درجة حرارة الماء ١٠° م يخفض من التركيز الحرج المسبب للسمية إلى نصف قيمته الأصلية فإذا تأثرت الأسماك بتركيز ٤ مجم / لتر من

سم ما فى درجة حرارة معينة فإن الأسماك تصاب بنفس التأثير السام بنفس المادة لكن بتركيز ٢ مجم / لتر فقط لو رفعنا درجة حرارة الماء ١٠°م.

بزيادة حرارة الماء تزداد معدلات التفاعلات البيوكيماوية فيزيد الطلب البيولوجى على الأوكسجين BOD فيقل الأوكسجين الذائب ، كما تقل ذائبية الأوكسجين فى الماء بما يخفض الأوكسجين الذائب، ويزيد معدل نفوق الأسماك .

فزيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة ظهور أعراض التسمم ، والضرر الناتج من ارتفاع حرارة الماء من محطات توليد الكهرباء التى تعمل بالطاقة النووية تكون أخطر من التى تستخدم الوقود كالفحم، فيكفى أن ترتفع درجة حرارة الماء ٥ , ١°م لتهلك الأسماك المستزرعة فى النهر كما تنتشرتركيزات إشعاعية فى أنسجة الأسماك التى تعيش بالقرب من المحطات النووية على الأنهار.

هذا بجانب عوامل بيئية أخرى تؤثر على مدى تأثر الأسماك بالسموم منها الرقم الهيدروجينى وتركيز الأملاح وحامضية الماء ... الخ.

وتوجد تداخلات عديدة توافقية بين الملوثات وبعضها كمابين النحاس والزنك ، النحاس والكادميوم، النيكل والزنك، الأمونيا والفينولات ، أمونيا وسيانيد، أمونيا وكلور، حمض الفورميك والكبريتات ، وغيرها .

كما أن كلورة chlorination بعض المركبات متوسطة السمية يزيد سميتها بشدة . وهناك كثير من الأيونات المتضادة كما بين أملاح البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم فى الطبيعة، فمحاليل كلوريد الصوديوم التى تعادل بأملاح كلوريد الكالسيوم تخفض سمية كلوريد الكالسيوم والبوتاسيوم، كما يفقد حمض البروسيك سميته فى تركيبه مع أوكسيد الحديديك أو أملاح النحاس ، كما تتلاشى سمية الروتينون في وجود برمنجنات البوتاسيوم وأزرق الميثيلين ، كما يعادل ماء الجير سمية ماء الصرف الناتجة من المعادن الثقيلة (نحاس ، زنك ، قصدير ، حديد ... الخ) والفلوريدات والسيليكوفلوريدات . المركبات المعدنية مع السيانيد تكون معقدات سيانيدية معدنية أقل سمية من السيانيدات أو أملاح العناصر الثقيلة منفردة . التوافقsynergism والتضاد antagoism يوجد كذلك بين المبيدات العضوية الفوسفورية .

ولقد قسمت الملوثات لعدة درجات طبقاً لشدة سميتها أو تركيزها المسبب لنفوق نصف الأحياء فى التجربة كالتالى :

١ - سامة بشدة إذا أدى تركيز حتى ١ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

٢ - سامة جداً إذا أدى تركيز حتى ١ - ١٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

٣ - متوسط السمية إذا أدى تركيز حتى ١٠ - ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

٤ – ضعيف السمية إذا أدى تركيز أكثر من ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

٥ – فقير السمية إذا أدى تركيز أكثر من ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

ومن السموم المألوفة فى مياه الفضلات الصناعية **الزئبق** الذى يوجد فى فضلات أكثر من ٨٠ صناعة منها البلاستيك والإلكترونيات ويوجد فى الأسماك البحرية بتركيز يصل إلى ٠,٥ مجم / كجم . ويزداد تركيز الزئبق فى أسماك الخلجان التى تتمركز فيها الصناعات عن البحار المفتوحة . كذلك بعض أنواع السمك كالتونا تتميز باستعدادها لتخزين الزئبق فى أجسامها أكثر من غيرها من الأسماك .

تعريض السمك لتركيزات مميته حادة من **الأمونيا** غير المتأينة تؤدى إلى زيادة استهلاك الأوكسجين بمقدار ٣,٢ مرات، وهذا يرتبط بزيادة حجم التهوية وتكرار التنفس وسعته (عمقه)، كما يزداد ضغط الدم الشريانى الظهرى ومعدل النبض ويتضاعف خرج القلب ، ينخفض ضغط أوكسجين الدم الشريانى الظهرى رغم عدم اختلاف عدد كرات الدم الحمراء ولا النسبة الحجمية لجسيمات الدم ولا تركيز الهيموجلوبين ولا pH الدم.

وزيادة **النيترات** تصاحبها زيادة تركيزات الألومنيوم (الذى يعتبر أيونا هاماً فى تقدير سمية الماء السطحى الحامضى)، والجزء المتحرر غير العضوى من الألومنيوم هو الجزء السام عادة للسمك خاصة عند انخفاض تركيز الكالسيوم.

بعض المركبات السامة للسمك :

المركب	أعراض التسمم
معادن ثقيلة	
زرنيخ	فقد الوزن – تلف الكبد والكلى .
كروم	سعال – تسلخ المخاط حول الشرج – تغييرات مرضية معوية.
نحاس	تغييرات صبغية – نقص النمو – احتقان الخياشيم والكبد ونهاية القناةالهضمية – فقد الإحساس باللمس – تلف الكلى والكبد.
زئبق	تكوين غشاوة على العين (مياة بيضاء) –خل امتصاص الصوديوم – خفض إنتاج البيض.
سلنيوم	استسقاء – انخفاض عدد كرات الدم الحمراء – استسقاء الطحال والكلى والعضلات الهيكلية والمعدة والمبايض – جحوظ العين .
مركبات عضوية	
أفلاتوكسين	خراج الكبد ونكرزته – استسقاء الخياشيم – نزيف داخلى.

مضادات حيوية	انتيميسين (A) : تغييرات لونية. اريثروميسين : إعياء – إلتهاب المبايض – بثرات على الكبد والكُلى.
أحماض دهنية ذات بروبين حلقي	تتعاون مع الافلاتوكسين لإظهار خراجات.
منظفات	تتلف ندب التذوق – تجمع الخياشيم.
جوسيبول	ذهاب شهوة الأكل – يسبب السرطان مع الأفلاتوكسين.
مبيدات حشرية	عقم – ضعف – اضطرابات عصبية – أضرار معدية معوية.
سلفنيلاميد	تلف الكلى – نقص النمو – أوديما .
حمض التانيك	خراجات الكبد .

بعض السموم المألوفة والفضلات الحاوية لها وتركيزها الحرج فى الماء :

المادة السامة	الفضلات الحاوية لها	تركيزها الحرج مجم / لتر
أمونيا	فضلات معدنية	٢ – ٣
نترات فضة	صناعة أفلام	٠,٠٠٤
زنك	صناعة الجلفنة	١ – ٢
كبريتات نحاس	مياة التبريد	٠,٠٤ – ١,٠
كلور	الفضلات المعقمة	٠,٠٥ – ٠,٢
ددت	صناعة المبيدات	أقل من ٠,١
كبريتيد هيدروجين	طمى ورسوبيات قاعية	٠,٥ – ١,٠
مركبتان ميثيلى	مصافى النفط وصناعة الورق	١
مساحيق تنظيف	فضلات مدنية	١٥ – ٨٠

ملخص جودة الماء المطلوبة للحياة المائية :

قلوية	أكثر من ٢٠ مجم / لتر للماء العذب
أمونيا غير متأينة	٠,٠٢ مجم / لتر للماء العذب على الأكثر
بيريلليوم	١١ ميكروجرام / لتر للماء العذب منخفض القلوية.
بريلليوم	١١٠٠ ميكروجرام / لتر للماء العسر
كادميوم	٥٠ ميكروجرام / لتر لماء البحر على الأكثر
كادميوم	٠,٤ ميكروجرام / لتر لماء عذب منخفض العسر للسمك الحساس على الأكثر.

كادميوم	١,٢ ميكروجرام / لتر للماء العسر للسمك الحساس على الأكثر .
كادميوم	٤,٠ ميكروجرام /لتر للماء العسر للكائنات الأقل حساسية.
كادميوم	١٢,٠ ميكروجرام/ لتر للماء عذب منخفض العسر للكائنات الأقل حساسية
كوبلت	٠,٠١ مجم / لتر .
كلور كلى متبقى	٢ ميكروجرام / لتر للسالمون على الأكثر .
كلور كلى متبقى	١٠ ميكروجرام/لتر للأنواع الأخرى على الأكثر .
كلورحر	لا يوجد .
كروم	١٠٠ ميكروجرام/لتر للماء العذب . على الأكثر .
سيانيد	٥ ميكروجرام لتر/لتر على الأكثر .
حديد	١ مجم / لتر ماء عذب على الأكثر .
زئبق	٠,٠٥ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .
زئبق	٠,١ ميكروجرام / لتر ماء بحر على الأكثر .
زنك	٠,٠١ مجم/لتر على الأكثر .
أوكسجين ذائب	٥ مجم / لتر ماء عذب على الأقل .
المبيدات	
الدرين – ديلورين	٠,٠٠٣ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
كلوردان	٠,٠١ ميكروجرام /لتر ماء عذب على الأكثر .
كلوردان	٠,٠٠٤ ميكروجرام /لتر ماء مالح على الأكثر .
د.د.ت	٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
ديميتون	٠,١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
اندروسلفان	٠,٠٠٣ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .
اندروسلفان	٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر ماء مالح على الأكثر .
اندرين	٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .
جوثيون	٠,٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
هبتاكلور	٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
ليندان	٠,٠١ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .
ليندان	٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر ماء مالح على الأكثر .
مالاثيون	٠,١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
ميثوكسى كلور	٠,٠٣ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
ميريكس	٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
باراثيون	٠,٠٤ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
توكسافين	٠,٠٥ ميكروجرام / لتر على الأكثر .
pH	٦,٥ – ٩ فى الماء العذب .
pH	٦,٥ – ٨,٥ فى الماء المالح .
استرات فثالات	٣ ميكروجرام/لتر ماء عذب .

ثنائي فينيل عديد الكلور	٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر .
كبريتيد هيدروجين	٢ ميكروجرام / لتر .
تانينات	أقل من ١٠ مجم / لتر .
رصاص	٠,١ مجم / لتر على الأكثر .
نيكل	٠,٠١ مجم / لتر على الأكثر .
زرنيخ	٠,٠٥ مجم / لتر على الأكثر .
نحاس	٠,٠١ مجم / لتر على الأكثر .
مغنسيوم	٥٠,٠ مجم / لتر على الأكثر .
سولار	٠,٠١ مجم/ لتر على الأكثر .
بترول ومحاليل انتاجاته	٠,٠٥ مجم/ لتر على الأكثر .

مصير الملوثات Fate of pollutants :

تصل الملوثات إلى البحار عن طريق الجو أو من الأنهار أو بالصرف المباشر في البحار . ويحدد مصير الملوثات عوامل طبيعية منها :

١ – التشتت dispersion وعدم تركيزها مما يعمل على تخفيف أثرها .

٢ – ادمصاص وامتصاص sorption على جزيئات المواد وترسيب على قاع البحر.

٣ – تبادل ماء البحار مع ماء المحيطات مما يؤدى إلى الخلط واستمرار التشتت والادمصاص.

كما أن هناك عوامل كيماوية تحدد من مصير الملوثات ومنها :

١ – الأكسدة oxidization ويعقبها انخفاض في تركيز الأوكسجين الذائب.

٢ – التحلل hydrolization إلى مركبات أقل سمية.

٣ – المعادلة neutralization مثل تعادل الأحماض لقدرة التنظيم العالية لماء البحار.

٤ – تكوين مواد غيرذائبة ومعقدات مما يقلل سمية بعض الملوثات (كالمعادن).

وأيضاً هناك عوامل بيولجية تحدد من مصير الملوثات مثل :

١ – التراكم البيولوجي Bioaccumulation مما يجعل تركيزها في الأحياء أعلى من تركيزها في الوسط المائي.

٢ – تحلل بيولوجي Biodegradation لبعض الملوثات التى تتحول إلى مركبات كيماوية أخرى بفعل

النشاط البكتريولوجي، كما تحويل الزئبق المعدنى غير السام إلى ميثيل زئبق كمركب عضوى عالى السمية.

٣ – نقل الملوثات بهجرة الكائنات المائية مما يعمل على توزيع الملوثات المنقولة مع هذه الكائنات على أماكن هجرتها.

– الأثراء الغذائى eutrophication ، إذ تعمل بعض الملوثات على زيادة تسميد المياه مما يشجع النمو النباتى.

الملوثات المعدنية :

تتباين أنواع الأسماك المختلفة فى استجابتها للملوثات،.فتحت نفس الظروف البيئية وجد أن أقصى معدل استهلاك للكوريد والنيتريت فى المبروك كان أقل عنه فى التراوت (٢٥ ، ٨١ ميكرومول / ساعة / كجم مقابل ٣٦٨ ، ١٩٨ ميكرومول / ساعة / كجم) . كما يتكون الميتهيموجلوبين أسرع فى دم المبروك (٥,٥٨ ٪ فى الساعة) مقارنة بالتراوت (٣,٣٩ ٪ فى الساعة). جزىء هيموجلوبين المبروك أكثر حساسية لأكسدة النيتريت عنه فى هيموجلوبين التراوت، ومعدل اختزال الميتهيموجلوبين أسرع فى كرات الدم الحمراء للمبروك. والسبب الأساسى يبدو فى أن المبروك أكثر تحملاً للنيتريت عن التراوت، بسبب المعدل المنخفض لإستهلاك الخياشيم من النيتريت.

فتعرض أسماك التراوت إلى النيتريت أظهر أن الجرعة المميتة لنصف القطيع فى ٩٦ ساعة تتراوح ما بين ١٩,٠ – ٢٨,٠ مجم/ لتر أزوت نيتريتى ، وزيادة تركيز الكلور (١ – ٤١ مجم / لتر) تخفض من سمية النيتريت. وتتباين الجرعة السامة من النيتريت بتباين أنواع السمك ، فالجرعة المميتة لنصف القطيع فى ٩٦ ساعة لأسماك المنوة عريضة الرأس fathead minnows كانت أعلى (٢,٦ مجم / لتر ازوت نيتريتى) منها التراوت ، بينما لم تظهر أسماك الاسقمرى mottled sculpins أى نفوق على تركيزات حتى ٦٧ جزء / مليون أزوت نيتريتى .

تعريض المبروك البالغ لنيتريت (١ ملى مولى) ٤٨ ساعة يؤدى إلى تراكم النيتريت فى البلازما فى نفس المدة لحد ٥,٤ ملى مولر ، ويزيد الميتهيموجلوبين إلى ٨٣ ٪ ، وينخفض أوكسجين الشرايين إلى مستويات دنيا ، وتنخفض النسبة الحجمية لجسيمات الدم لانكماش كرات الدم الحمراء مما يزيد تركيز هيموجلوبين كرات الدم الحمراء، ينخفض كلور البلازما بينما يرتفع محتواها من اللاكتات والبوتاسيوم

بشدة مشيراً إلى زيادة البوتاسيوم خارج الخلايا لحد لا يعوض ، بينما ينخفض صوديوم البلازما .

يؤدى التلوث المضاعف باكثر من عنصر ثقيل (كلوريد زئبقيك ، خلات رصاص ، كلوريد كادميوم، كبريتات نحاسيك) إلى خفض تركيز الكلوروفيل والأحماض النووية والبروتين والمادة الجافة ، بينما زادت الأحماض الأمينية الحرة ونفاذيه الأنسجة ونشاط إنزيمات البروتياز و RNA ase ونسبة الفوسفاتاز الحامضي إلى الفوسفاتاز القاعدى فى النباتات المائية . وهذا التأثير يزيد كثيراً عن تأثير كل معدن ثقيل على حدة .

وقد لوحظ اختلاف تركيز العناصر النادرة فى الأسماك من نوع لآخر ، ومن عضو أو نسيج لآخر ، ومن منطقة (أو مكان جميع السمك) لأخرى . وتؤدى زيادة تركيزات البوتاسيوم والحديد والزنك والنحاس واليود والموليبدنم إلى خفض معدل النمو . عند تلوث بيئة السمك **بالمعادن الثقيلة** (كادميوم ، نحاس ، رصاص ، زنك) يزداد تركيز هذه المعادن فى السمك طبقاً لتركيزها فى الماء وكانت أعلى تركيزات فى الأحشاء ثم الرأس ثم العضلات، وقد وجد أن تركيزات الكادميوم والنحاس والمنجنيز منخفضة فى أنسجة العضلات عنها فى أنسجة الكبد والعكس بالنسبة للرصاص والنيكل ، وتختلف تركيزات المنجنيز والنيكل والرصاص من سلالة سمك إلى أخرى من نفس المنطقة .

تتركز المعادن فى **المحاريات** دون إظهار تغييرات واضحة إذ يرتبط الزئبق بالبروتين فى الخياشيم والغدد الهضمية كما تمتص المحاريات الفاناديوم والقصدير بكميات كبيرة من الماء ويقل امتصاص القصدير بزيادة تركيزه فى الماء . ولما كانت المحار لها قدرة على تخزين المعادن الثقيلة ، فإنه يمكن استخدامها كمؤشر بيولوجى للتلوث البيئى للمياه المجموعة منها هذه المحار . فقد أوضحت المحار من مناطق صناعية مدى الارتفاع المعنوى فى محتواها من المعادن الثقيلة عن تلك من مناطق غير صناعية خاصة بالنسبة للرصاص والزئبق .

عند اختيار **دليل بيولوجى** من الكائنات الحيوانية المائية ليعكس التلوث البيئى ، لابد أن يكون لديه القدرة على تحمل هذا التلوث . وبفحص رواسب أحد الأنهار ومحتواها من الجمبرى وأسماك التراوت والثعبان وذلك قبل وبعد مصب مصرف مصنع تغليف الحبوب بالمبيدات ، وجد أن أسماك الثعبان والتراوت لا تتواجد فى مناطق التلوث ، والرواسب لا تتلوث إلا بالقرب من مصب المصنع ، بينما **الجمبرى** كان أنسب الكائنات كمؤشر بيولوجى للكشف عن التلوث بالزئبق فى الماء الجارى.

ومن أحد الأنهار الأخرى حيث يتواجد مصنع لقلوى الكلور غير النشط inactive chloralkali صيدت أنواع من الأسماك ومن اللافقاريات القاعية لمعرفة محتواها من الزئبق ومقارنته بمستوى زئبق الرواسب والماء فوق وتحت مصرف المصنع فى النهر . وجد أن الزئبق الكلى يقل فى السمك واللافقاريات بالبعد عن المصنع ، وأن هناك علاقة ارتداد خطية معنوية لتركيز الزئبق الكلى على وزن بعض السمك ، وأن ميثيل الزئبق يمثل ٩١ ٪ ، ٥٠ ٪ من الزئبق الكلى فى السمك واللافقاريات على الترتيب.

وفى مقارنة لأسماك أربعة بحيرات مصرية (أسماك موسى والطوبارة والدنيس والبورى من البردويل ، بلطى وبورى وقاروص من المنزلة ، قرموط وبلطى وبياض من مريوط ، لبيس وكشر وبياض وبورى وقحار وبلطى من وادى الريان) من حيث محتواها من العناصر الثقيلة ، ثبت أن أعلى التركيزات كانت ٠,٢١ ، ١٣,٦٠ ، ١,٢٣ ، ٢,٨٥ ، ١٠,٧٨ ، ٣,٠٠ جزء/ مليون من الكادميوم ، النحاس ، الرصاص ، منجنيز ، الزنك ، الزئبق على الترتيب فى أسماك بحيرة البردويل ، بينما أعلى تركيز للنحاس ٢,٣٦ جزء/ مليون كان فى أسماك وادى الريان.

وفى دراسة مماثلة على أسماك البحر الأحمر (سبعة أنواع من سوق السويس) ثبت اختلاف تركيزات العناصر المعدنية الثقيلة (نحاس ، زنك ، منجنيز ، رصاص ، كروم، كادميوم ، حديد) باختلاف أنواع السمك والأنسجة والأعضاء ، كما دلت ارتفاع مستويات هذه المعادن على ارتفاع مستوى التلوث فى البحر الأحمر .

تتراكم فضلات الزئبق فى الأسماك البحرية (العظمية والنجمية ، والقشريات) نتيجة استخدام الكترودات من الزئبق المعدنى فى عملية إنتاج هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك وتلويث المياة بنواتج صرف هذه المصانع.

فوجود مصانع الصودا الكاوية بالقرب من الأخوار تؤدى إلى تلوث الماء بالزئبق ، وبالتالى تراكم الزئبق فى الأسماك (حتى ١,٣٨ جزء / مليون فى اللحم الطرى بينما فى المناطق البعيدة حتى ٠,٣٠ جزء / مليون) وفى قاع المجرى المائى (حتى ٥٨ جزء / مليون فى المادة الجافة مقارنة بتركيز ٠,٠٣ جزء / مليون فى المناطق البعيدة عن المصنع)، ويتراكم الزئبق فى الطيور المائية المغذاة على هذا السمك (حتى ٠,٤٤ ، ١,٣٢ جزء/ مليون فى العضلات والكبد الطرى على الترتيب). ويخفض الزئبق (٠,٢٥ – ١,٠٠ جزء / مليون) من نمو البلطى النيلى وكفاءة استفادته من الطاقة والبروتين ، ويؤثر على تركيب العضلات ،

ويتركز الزئبق أساساً في الكبد للأسماك:

الكادميوم في الماء (١٠ جزء في المليون) يزيد كادميوم كبد السمك ويخفض حمض الاسكوربيك في الكبد ، إما لزيادة استخدامه أو لنقص امتصاصه ، والمرجح هو نقص امتصاصه بفعل الكادميوم على الأمعاء ، ونقص الفيتامين ربما لدخوله في ميتابوليزم إخراج الكادميوم . وعليه فالسمك المعرض للكادميوم ينبغي زيادة احتياجاته من فيتامين ج.

ورغم أن التركيز المنخفض (٥ ، ١٠ جزء / مليون) من الكادميوم يزيد نمو البلطي النيلي إلا أن التركيز الأعلى (١٥ جزء / مليون) أدى إلي خفض معدل النمو والكفاءة الغذائية (من حيث الاستفادة من الطاقة والبروتين) وانخفاض دهن العضلات ، ويتركز الكادميوم في الكبد أساساً.

احتوت مياة بحيرة مريوط على ٤,٥ – ٣٤,٧ جزء / بليون كادميوم بينما احتوت أسماكها على ١٠٠ – ١٦٥ جزء / بليون في الوزن الحي . واحتوت مياه البحيرة كذلك على ٠,١٠٢ – ٨,٢٢٠ جزء / بليون زئبق كلي بينما احتوت اسماكها على ٤٠ – ٤٠٠ جزء / بليون في الوزن الحي .

وفي تحليل للرصاص والكادميوم للبلطي النيلي والجاليلي من نهر النيل وبحيرة المنزلة ، وجد أن أعلى تركيز للرصاص والكادميوم كان في مخ كلي النوعين من السمك ، بينما لحومها احتوت أقل التركيزات. وكان الرصاص أعلي التركيزات مقارنة بالكادميوم في كل الأعضاء والأنسجة . وكان الرصاص في البلطي الجاليلي من بحيرة المنزلة أعلي منه في نهر النيل . وكان متوسط تركيز الرصاص في البلطي النيلي ما بين ٣,٤ و ٩٩,٦ جزء / مليون (في الجزء من البحيرة التابع لبورسعيد) . وكن تركيز الكادميوم ٠,٣٩ – ٦,٤ جزء / مليون في البلطي النيل من بحيرة المنزلة (المنطقة البورسعيدية) ، وفي الجاليلي ٠,٣٠ – ١,١٩ جزء / مليون في منطقة دمياط ، وأقل القيم ٠,٢٥ – ١,٢٥ جزء / مليون في الفيوم (نهر النيل).

وتعريض السمك لبيئة ملوثة بالكادميوم يؤثر أساساً على مستويات الكلور والصوديوم في البلازما وكذلك على صوديوم وماء العضلات ، وتظهر الأسماك الصغيرة (المسممة بالكادميوم) أعراضاً سلوكية مرضية مثل العوم الشارد وتجلط الدم.

تقارب الجمبرى والكابوريا في محتواهم من الكادميوم ٩٨ – ٤٩٣ (٢٥٧) للجمبرى و ١٤٥ – ٤١٩ (٢٦٦) ميكروجرام / كجم وزن طازج للكابوريا. بينما احتوت ٦ أنواع من السمك على ١٥ – ١٣٤ ميكروجرام كادميوم لكل كجم وزن طازج من اللحم مع زيادتها في الأنواع المفترسة آكلة السمك الصغير وذلك في عينات من المكس غرب الاسكندرية والتي يصرف فيها صرف زراعي وصناعي ، واحتوى مخلوط البلانكتون من هذه المنطقة ١٣٩ ميكروجرام / كجم وزن طازج اى ما يعادل ٦٧٥ مرة أعلى من

محتوى الماء . وأقل قيمة متوسطة لتركيز الكادميوم فى السمك ٤٣,٨ ميكروجرام / كجم لحم طازج تعادل مثيلتها من اليونان وأقل من تركيا (١٠٠ ميكروجرام) ومرسيليا (٥٩٠ ميكروجرام) إلا أن الكادميوم يكون أقل تركيز له فى العضلات بينما يتراكم فى أعضاء أخرى (كبد ، خياشيم).

يؤدى الرصاص (كملوث مائى هام) إلى تأثيرات بيوكيماوية وفسيولوجية للكائنات المائية ، منها تثبيط نشاط إنزيم التنفس سكسينيك دى هيدروجيناز فى كبد السمك ، ونقص التنفس الخلوى ، وعدم اتمام الفسفرة الأوكسيدية oxidative phosphorilation . فقد تعرضت الأسماك (٩جم) لمدة ٧٢ ساعة لعُشر الجرعة نصف المميتة من الرصاص (١٩,١ جم / لتر) مع ملوحة منخفضة (١,١ ٪ ص كل) أو ملوحة عالية (٣,١ ٪ ص كل) ، فأدى الرصاص والملوحة (كل على حدة) إلى خفض تركيز هيموجلوبين الدم وعدد كرات الدم الحمراء ، ويزداد هذا الانخفاض فى وجود كل من الملوحة العالية مع الرصاص فى آن واحد . كما يزداد نشاط إنزيم الكاربونيك انهيدراز فى خياشيم السمك بالملوحة العالية ، أو بالملوحة المنخفضة فى وجود الرصاص . ويثبط نشاط الكبرونيك انهيدراز فى وجود الرصاص على الملوحة المرتفعة أى أن الملوحة تزيد من الفعل السام للرصاص على الدم ، بينما تضاد فعله على نشاط الكربونيك انهيداز للخياشيم فى السمك المعرض لتركيز أقل من المميت من الرصاص . والرصاص الذائب هو السام للسمك وتزيد سميته فى الوسط الحامضى.

ثبت أن الأسماك النيلية فى حدود مدينة القاهرة محتوية على ٢ - ٢٣ ضعف المسموح به عالمياً من الرصاص و ٩ - ٨٠ ضعف المسموح به عالمياً من الكادميوم فى الأسماك نتيجة التلوث الصناعى.

تعرض الأسماك لنيترات الرصاص (١٥ مجم / لتر - ٠,٧٩ من الجرعة نصف المميتة فى ٩٦ ساعة) أدى إلى نقص عدد كرات الدم الحمراء والنسبة الحجمية لجسيمات الدم والهيموجلوبين ، وزيادة معدل ترسيب كرات الدم الحمراء وتحللها .

فى دراسة على القراميط وجد أنها تأثرت بالملوثات غير العضوية (كلوريد رصاص ، كلوريد الومنيوم) ولم يحدث ذلك بالنسبة للرصاص العضوى(خلات رصاص) وظهرت أعراض التسمم فى شكل نزيف واحتقان القناة المعدية والمعوية والكلى ، مع انخفاض بروتين العضلات (غير معنوياً) حسب شدة التلوث (١٠ - ١٠٠ جزء / مليون) ، وقد زاد دهن العضلات معنوياً بزيادة مستوى التلوث بكلوريد الرصاص أو الألومنيوم ، وزادت محتويات العضلات معنوياً من الرماد والكالسيوم والماغنسيوم والرصاص، بينما انخفضت تركيزات الصوديوم والبوتاسيوم والفوسفور معنوياً .

زيادة محتوى الماء الحامضى من الألومنيوم تزيد من نفوق السمك فتأثير الألومنيوم السام لا يظهر إلا فى وسط حامضى محتوى على أملاح الكالسيوم . والألومنيوم الذائب هو السام .

تعريض السمك لماء به زنك (١ جزء / مليون) وخالى الكالسيوم يزيد استهلاك الأوكسجين ، ثم

ينخفض لحدوث النفوق، وتظهر سلوكيات شاذية كزيادة معدل التهوية ، وفقد الأتزان، وفترات طويلة بدون نشاط يعقبها سباحة تقلصية . وارتفاع تركيز الزنك (٦,٥ جزء / مليون) مع ارتفاع تركيز الكالسيوم يزيد استهلاك الأوكسجين يعقبه تذبذب في استهلاكه بدون سلوكيات شاذة مع ندرة النفوق حتى بعد التعرض ٤٠٠ ساعة لهذه الظروف. وتشفى تماماً الأسماك بعد ٤٠ ساعة في ماء خالي الزنك .

تعرض الأسماك (تراوت) للزنك في الماء بتركيز مميت (١,٥ مجم / لتر) أو لتركيز منخفض مقارب للجرعة نصف المميتة في ٤ أيام (٠,٨ مجم / لتر) في مياه عذبة ، أظهرت الحالة الحادة (الأولى) تغييرات في الاتزان الحامضي – القاعدي وخلافه من قياسات الدم، وحدثت حالة اختناق hypoxemia لتلف الخياشيم مما سبب نقص الأوكسجين hypoxia في الأنسجة ، مع حدوث حموضة مميتة (من تغييرات pH والكلور واللاكتات) ، والنفوق يرجع مبدئياً لنقص الأوكسجين أكثر منه للحموضة. بينما التركيز المنخفض (الثاني) من الزنك لمدة ٣ أيام أدى إلى قلوية بسيطة ، وتراكم الزنك في الدم الكلي خلال اليوم الثالث ، وحدث النفوق نتيجة انخفاض تركيز أيون الهيدروجين .

والزنك يعتبر ساماً للأسماك إذا كان ذائباً في الماء فيهدم الزنك أنسجة الخياشيم ، وتزيد سمية الزنك في حالة وجود النيكل والنحاس في الماء . لذا لا ينبغي وضع السمك في تانكات زنك أو حديد مجلفن قبل وضع طبقة سمكية من الرمل فيها .

وزيادة **الحديد** تسمم الأسماك لترسيبها على الخياشيم وإتلافها ووقف وظائفها .

تنخفض قابلية التأثر **بالنحاس** بزيادة وزن الجسم للسمك (الجوبي العادي) ، وعلى ذلك تختلف قابلية التأثر بالنحاس معنوياً بين الزريعة وبين عشائر الذكور والإناث بنسبة ٢,٢٠ : ١,٥٥ : ١,٠٠ على أساس معدل الفعل السام المضبوط لعامل الحجم . أي أن النحاس أكثر سمية للزريعة ثم للذكور فالإناث ، أي أن الإناث أقل عرضة لسمية النحاس كما في الحيوانات الأرقى. بينما بتعريض السالمون الصغير والبالغ لمياه الربيع الطبيعية عالية المحتوى من النحاس ، وجد أن نشاط إنزيم الصوديوم بوتاسيوم – ادينوسين ثلاثي فوسفاتاز الخياشيم في صغار السمك لم يتأثر بعد ١٨ ساعة ، بينما تم تثبيط نشاطه معنوياً في الأسماك البالغة ، وقد زادت معنوياً النسبة الحجمية لجسيمت الدم وجلوكوز البلازما في كل من العمرين . وتزداد سمية النحاس في وجود معادن أخرى كالزنك والكادميوم .

ويقل تثبيت الكربون بزيادة محتوى النحاس في الهوائم النباتية (مقاسة كنسبة النحاس / كلوروفيل أ) ، وهذا يؤكد أن نمو الهوائم النباتية يرتبط بنحاس الخلية ذاتها أكثر من ارتباطه بنحاس البيئة المائية المحيطة بخلايا الهوائم ، وإن كان انخفاض تركيز النحاس في المياه يخفض بشدة من التمثيل الضوئي ، أي أن التلوث المعدني يؤثر على الإنتاج الأولي في المناطق الملوثة.

احتواء المياه على ٥ مجم فلور / لتر على درجات حرارة ٢١ – ٢٩°م يؤدي إلى امتصاصه وتراكمه في الأسماك والقشريات ويتركز أساساً في التراكيب الهيكلية الكلسية ، وأعلى تراكم للفلور يكون في اثناء

مراحل النمو المبكرة للسمك وفى أثناء فترات تخزين مواد هيكلية جديدة للقشريات .

فقد أدى تسرب فلوريد الأمونيوم بتركيز وصل ٥ فى الألف إلى زيادة فلور النباتات المائية فى أول يوم إلى ٣٥ ضعفاً ، وكانت الزيادة فى الطحالب والرخويات والسمك أقل، وأقل زيادة كانت فى رواسب القاع (حوالى ٣ أضعاف). وانخفض فلور الماء بسرعة من ٢٢ إلى ٧ جزء / مليون خلال أول ٢٤ ساعة ثم إلى ٠,٤٨ جزء / مليون فى رابع يوم . ولم يحدث اتزان بين تركيزات الماء ومكوناته البيولوجية المختلفة (نباتات وطحالب ورخويات وسمك) حتى ٣٠ يوماً من حدوث التسرب.

فمصانع الألومنيوم القريبة من المياه تخرج نواتج صرفها الفنية بالفلور الذى يتراكم فى التراكيب الهيكلية للفقاريات واللافقاريات ، بينما لا تتراكم أو تتواجد بتركيزات ضئيلة فى الأنسجة الطرية المأكولة (باستثناء جلد السمك).

وأدت مصانع الفوسفات (بما تخرجه من ناتج صرف غنى بالفلور) إلى ارتفاع محتوى أنسجة الأسماك من الفلور إلى ٤ – ٥ أضعاف محتوى الأسماك من المياه البعيدة عن مصدر التلوث . وكان توزيع الفلور فى البورى ٣٢٠ جزء / مليون فى العظام ، ٩,٦ فى العضلات ، ١٤,٦ فى الجلد.

بدراسة مدى تراكم الفلور فى أنواع متعددة من الرخويات والأسماك ، وجد أن هناك تبايناً كبيراً فى تراكم الفلور تباين الأنواع، وأن الرخويات من نوع limpet كانت أفضل الأنواع كدليل حيوى للتلوث بالفلور لشدة تراكم الفلور فى نسيجها الطرى ، وإن كان التراكم أكبر كثيراً جداً فى عظام الأسماك.

وعند تعريض بيض السمك إلى تركيزات متدرجة من الفلور (١,٨٦ – ١٦,٧ جزء / مليون) وجد أن البيض على أول تركيز للفلور فقس بعد ٦ ساعات بينما كل التركيزات الأعلى (٣,٢ – ١٦,٧) أخرت الفقس (بمعدل ١ – ٢ ساعة) كما قلت محتويات البيض من الماء والبروتين بينما زادت محتوياته من الفلور.

يوجد الفلور فى الماء العذب (٠,١٥ – ٠,٤٥ مجم / لتر) وماء البحر (٠,٥ – ١ مجم / لتر) على حد سواء ، ويزيد تركيزه فى ماء صرف مصانع الزجاج ، والأسمنت ، والسوبر فوسفات ، والمبيدات الحشرية والفطرية ، والمشاريع التعدينية . وأكثر المركبات وجوداً هى فلوريد الصوديوم . ويؤدى الفلور إلى ظهور أعراض تسمم تتميز بالأعراض العصبية ، وللفلور فعل بروتوبلازمى كذلك ، كما يرسب الجير فى الأنسجة ، ويثبط النشاط الإنزيمى ، ويظهر أعراضاً مرضية وتشريحية فى كل من الكبد والكلى والطحال ، إذ تتضمن هذه التغيرات النسيجية تحطيم الطلائية . وتغييرات فى أنوية الخلايا ووجد فراغات فى السيتوبلازم مع رشح وتليف. ويؤدى الفلور إلى خفض بروتين الدم (٤ ٪) ، والبيوميد الدم (٢١ ٪) ، وزيادة جلوكوز الدم ، وخفض جليكوجين الكبد (٣٨٪) ويقلل مستوى الكالسيوم (٣٦٪) فى السمك المربى على مستوى تحت مميت . بينما فى التسمم الحاد للفلور تتوزع تركيزات ايون الفلور فى الأنسجة على النحو التالى ٤١ ٪ فى الخياشيم ، ٣٣ ٪ فى العضلات ، ٢٠ ٪ فى القشور ، ٦ ٪ فى العظام . بينما فى التسمم المزمن يتراكم الفلور فى عظام السمك.

بتربية أسماك التراوت فى منطقة تدفق الماء الدافىء من محطة طاقة ذرية فى الأتحاد السوفيتى (سابقاً) وجد أن محتوى هذه الأسماك من الاسترانشيوم والسيزيوم كان فى حدود ٣٠ - ٧٠ بيكوكيورى / كجم ، وهذا التركيز يمثل رُبع إلى ثُلث تركيز الإشعاع فى الأسماك البرية فى هذه المنطقة وعُشر تركيز الإشعاع فى الأسماك التجارية فى مناطق أخرى. وهذا الانخفاض فى الإشعاع راجع إلى غياب التلوث فى مياة تبريد هذه المحطة خلال هذه الفترة ، وكذلك إلى الحقيقة القائلة بأن طريق دخول الإشعاع إلى جسم السمك هو الغذاء أساساً ، وعليه فيمكن رعاية السمك فى تيار الماء الدافىء الخارج من محطات القوى أو الطاقة الذرة .

ويتركيز الاسترانشيوم فى عظام الأسماك يعيق تمثيل الكالسيوم . ومعظم السيزيوم المشع المتراكم فى التراوت البنى يدخل عن طريق الأمعاء والخياشيم، وكما هو كذلك فى أسماك موسى والراية فإن المصدر الأساسى للسيزيوم (حوالى ٩٠ ٪) هو الغذاء. ومعدل تركيزات السيزيوم فى الأنسجة بالنسبة لتركيزاته فى الدم فى الثلاث أنواع متشابة . ويرتبط تركيز السيزيوم فى الدم مباشرة بعدد كرات الدم الحمراء فى السمك .

تؤثر **المنظفات** فى المياه من خلال تدخلها فى دورة الملوثات الأخرى ، ومن خلال زيادتها لذائبية المواد السامة العديدة ، وتؤثر بالتالى على عملية تبادل الغازات والأيونات وثبات الغرويات وتكون الطبقات الصلبة فى نظام المياه .

ولقد سجلت تركيزات للمنظفات بلغت حتى ١٢ جزء/ مليون فى بعض أنهار أمريكا ، ٠,٥ - ٨,٠ جزء / مليون فى ١١ نهرا بريطانياً. بينما الأنهار المستخدمة كمصدر لإمداد المياه عادة لا تحتوى أكثر من ٠,٥ جزء / مليون ، وإن كان هذا الحد المنخفض كافياً للحد من انتقال الأوكسجين من الجو للأنهار. وتحدث ظروف لاهوائية بزيادة التركيز إلى واحد جزء / مليون .

فتؤثر **المنظفات** على الكائنات الحيوانية والنباتية ، فالمنظفات الأنيونية سامة للجمبرى (بتركيز ٢,٥ جزء / مليون أو أكثر) وكذلك لبرغوث الماء (دافنيا Daphnia) والحشائش ، والأسماك أكثر حساسية للمنظفات الكاتيونية وغير الأيونية عنها للأنيونية .

ورغم أن بحيرة البرلس تعتبر أنقى البحيرات الشمالية المصرية ، فإنها تعرضت لعدة تغيرات محتمل أن تؤثر على بيئتها ، وإن كان مستوى المنظفات بها منخفضاً ، فبلغ ٠,٨٩ جزء / مليون فى الربيع وانعدم فى الشتاء ، بمتوسط ٠,١٧ جزء / مليون ، فتركيز المنظفات اعلى فى مواجهة البوغاز أى من الماء المالح والذى مصدره أبو قير . فالمنظفات دليل تلوث حضرى urban pollution لبيئة البحر .

الملوثات العضوية :

فالملوثات العضوية بيئة غذائية صالحة للفيبريو Vibrio والايرومـوناس .Aeromonas spp التى

تسبب القروح ulcers والتسمم الدموى septicaemia فى السمك .

وقد سجلت حالات زيادة تدفق الدم فى الأوعية الدموية للخياشيم ، تغييرات فى مخاطية الجهاز الهضمى فى الأسماك التى تعانى من الضغوط بجانب نكرزة necrosis وضمور atrophy الكلى والكبد والطحال مؤدية لانخفاض ميكانزم الدفاع والمقاومة (المناعة) .

كما أن الملوثات العضوية تودى إلى زيادة التريماتودا والطفيليات الخارجية من القشريات التى تقرض الجلد والخياشيم مؤدية إلى تقرحها فتكون عرضة لغزو الكائنات المرضية.

وقد يؤدى التلوث إلى تأثيرات جينية بجانب التسمم الخلوى بما يؤدى إلى زيادة معدل النفوق وتشويهات مثل شذوذ الهيكل العظمى skeletal anomaly والتى قد يسببها التعرض لبعض الكيماويات (كمركبات الكلور العضوية) فى الطور الأخير من حياة اليرقات أو البيض.

السمك (تراوت) المغذى على عليقة تحتوى ٣٠ ٪ مخلفات صرف صحى تحتوى تركيزات عالية معنوياً من الكروم والحديد والنيكل والرصاص مع انخفاض محتواها من الصوديوم والبوتاسيوم مقارنة بالأسماك غير المغذاه على نواتج الصرف ، رغم أن القيم المتحصل عليها تعتبر داخل المدى المسجل للأسماك غير الملوثة .

فضلات صرف مصانع الورق غنية بالفينول والكبريتيد ، وعند تعريض المبروك ٣٠ يوم لتركيزات تحت مميتة من هذين الملوثين (أقل كثيراً من تركيزيهما فى مخلفات مصنع الورق) يظهر زيادة معنوية ومتدرجة لدليل الكبد الجسمى وفى محتوى كوليسترول المبيض والكبد ، وينخفض تدريجياً دليل المناسل الجسمى . تراكم الكوليسترول فى المبايض وارتباطه بانخفاض دليل المناسل الجسمى ربما ينتج من نقص تخليق الاستيرويدات steroidogenesis . وزيادة كوليسترول الكبد يدلل على فشل وظيفى للكبد مسئول عن الإضرار بنضج المبيض .

مناطق تكرير البترول على شاطىء البحر الأحمر السعودى عند جدة تحتوى مياهها على ٤ أضعاف المناطق الأخرى (مقارنة) من الهيدروكربونات ، ورغم ذلك فتحتوى كتلة هوائم نباتية (معبراً عنها بالكلوروفيل a) أعلى من مناطق المقارنة بل أيضاً تتعدد أنواع الهوائم النباتية فيها عن المناطق النظيفة (المقارنة)، إذ تحتوى ٤٣ نوعا من الدينوفلاجيلاتا dinoflagelates و ٢٤ نوعاً من الدياتومات diatoms ضد ٢٣ ، ١٦ نوعاً بالترتيب فى المناطق النظيفة . وهذا يدعو للاعتقاد بأن فضلات البترول المسموح بها فى مخلفات التكرير تشجع إنتاجية الماء الأولية .

إلا أن التلوث البترولى الناشىء من إحراق أكثر من ٧٠٠ بئر بترول كويتى فى أثناء حرب الخليج وإلقاء وقود الدبابات فى ماء الخليج أدى إلى كارثة بيئية ألحقت الدمار الشامل بالثروة السمكية ، إذ انخفضت درجة حرارة البحر حوالى عشر درجات بعد حجب السحب الدخانية لأشعة الشمس مما خفض من نسبة تكاثر الأسماك وانقراض العديد منها ، كما أجبر السمك إلى تغيير عاداته الغذائية ليصبح أكل

لحوم لانعدام الأغذية الأخرى .

وجد أن أسماك وقشريات البحر الأحمر حساسة جداً عن الرخويات بالنسبة لسمية زيت البترول وقد وجد أن بترول سيناء أقل سمية عن بترول إيران، والجزء الأكثر سمية من البترول الإيرانى هو الجزء الأقل غلياناً ، بينما الجزء الأكثر سمية من البترول السيناوى هو الجزء الأعلى غلياناً ، وتقل السمية مع الملوحة المتوسطة بينما تزيد مع الملوحة المتطرفة (٢٠ و ٦٠ جزءاً فى الألف) . وتقل سمية بترول إيران بزيادة وقت تعرضه للماء (لأن الجزء الأكثر سمية هو الأقل غليانا الذى يترسب) بينما بمرور الوقت تزداد سمية بترول سيناء فى الماء (لأن الجزء الأكثر سمية هو الأعلى غلياناً الذى لا يترسب). والسمك المعرض للبترول إما ينفق أو يزداد وزن الكبد فيه وباستمرار التعرض تكتسب الأسماك (سمك الأرنب) مقاومة ضد البترول .

يزداد تراكم المواد السامة بزيادة الرقى فى السلسلة الغذائية ، ففى البيئة البحرية تحد مستوى المبدات من مركبات ثنائى الفينيل عديد الكلورة PCBs تزداد من النباتات إلى الأسماك آكلة العشب إلى الأسماك آكلة اللحوم إلى الطيور آكلة الأسماك حتى يصل مستوى تلوث البيئة البحرية إلى عدة ملايين من الأضعاف فى نهاية السلسلة الغذائية أى فى الحيوانات .

ويزداد التأثير السام **للمبيدات** فى المياة الضحلة حتى بتركيزاتها المنخفضة وتختزن الأسماك ٥٨ - ٩٣ ٪ من المبيدات الملوثة للعلف فى أنسجة الجسم وإذا نقلت إلى مياه خاليه من المبيدات تخرج حوالى ٦٠ ٪ مما هو متراكم فى جسمها. ويخزن السمك (موسى) من المبيدات (د.د.ت) فى المخ (٢٦٠ مجم / كجم) ٣ أضعاف ما يخزن فى الكبد منها (٨٠ مجم / كجم). ويبلغ إنتاج العالم من DDT ٢ مليون طن سنوياً ومن مجموعة الدرين - توكسافين (التى تحتوى الدرين ، كلوردان ، ديلدرين، اندرين ، هبتاكلور، توكسافين) حوالى مليون طن سنوياً .

وجد أن **ثنائى الفينيل عديد الكلور** (اروكلور Aroclor بمعدل ٢٥ مجم/ كجم وزن جسم فى ١ مل زيت arachis يحقن فى البريتون أسبوعياً لمدة ٤ أسابيع) يزيد نشاط إنزيمات ميكروسومات الكبد مثل : (aminopyrine demethylase , p - nitroreductase, & UDP - glucuronyle - transferase) فى التراوت والمبروك، بينما زادت cytochrome P450 ومحتوى بروتين الميكروسوم فى التراوت وليس فى المبروك. وحدث انخفاض معنوى فى اندروجينات واستروجينات والكلورتيكويدات فى بلازما الأسماك المعاملة خاصة فى نهاية الأربعة أسابيع. وكان هناك ارتباطا بين زيادة النشاط الإنزيمى وانخفاض مستويات هرمونات البلازما .

كما زاد نشاط إنزيم السيتوكوم P450 فى كبد أسماك البلايس Plaice المعاملة بمخلوط ثنائى الفينيل عديد الكلور (كلوفين clophen A 40) مع زيادة نشاط إنزيم الجلوتاثيون اس ترانسفيراز Glutathione - S - transferase كذلك لكن قيمة الهيموجلوبين انخفضت .

وزيادة الكلورينات العضوية (ثنائى الفينيل عديد الكلور ، DDE) فى دهن خنزير البحر ارتبطت سلبياً بمستوى تستوستررون الدم مشيرة إلى أن وجود هذه المبيدات فى البيئة يؤدى إلى عدم اتزان هرمونات الجنس مما يسبب تدهور تناسلى فى الحياة البرية للكائنات المائية .

تعرض أسماك البلطى النيلى إلى ربع الجرعة LD50 من مبيدات الكلور بيريفوس chlorpyrifos أو اللانيت lannate تؤدى إلى انخفاض فى نشاط الإنزيمات ثلاثى اينوسين فوسفاتاز الكلى والمنشط بالصوديوم والبوتاسيوم والمنشط بالماغنسيوم خاصة فى إنزيمات الخياشيم التى كانت أكثر حساسية عنه فى إنزيمات الأنسجة الأخرى كالكبد والمخ والكلى فقد انخفض نشاط الإنزيمات الثلاثة فى الخياشيم بنسبة ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦ ٪ على التوالى فكانت الخياشيم أشد حساسية يليها المخ فالكبد فالكلى . وكان أشد انخفاض فى نشاط هذه الإنزيمات خلال الفترة ٦ – ٤٨ ساعة من تعرض الأسماك المياه الملوثة بكل من المبيدين ثم استعادت الإنزيمات نشاطها تقريباً فى اتجاه المستوى العادى بعد ١٢٠ ساعة رغم استمرار الانخفاض المعنوى فى إنزيمات الخياشيم طوال هذه الفترة . ولقد كان مبيد الكلور بيريفوس أكثرفاعلية فى إحباط النشاط الإنزيمى عن مبيد اللانيت.

الاندوسلفان Endosulfan واحد من أشد المبيدات العضوية الكلورية سمية للأسماك ، إذ تظهر الأسماك حركات شاردة ، وتقلصات ، وإفرازات مخاطية شديدة . فتعريض الأسماك لمدة ٧٢ ساعة لجرعة تحت مميتة (٣ جزء / بليون فى الماء) ، وجد أن إنزيم الفوسفاتاز القاعدى يزيد نشاطه فى كبد وخياشيم السمك ، كما زاد نشاط إنزيم GPT فى البلازما والخياشيم بينما قل فى الكبد.

وجد المبيد الحشرى د.د.ت متراكم فى عضلات أسماك البلطى النيلى فى السودان بتركيز ٠,١ – ٤ جزء فى المليون فى السمك الصحيح ظاهرياً ، وفى إسرائيل وجد مبيد **الكوتنيون** cotnion ٥ – ١٠ مرات أكثر سمية عن **الباراثيون** parathion وأن الحد السام المميت منها ٠,٠٤ جزء فى المليون ، ٠,٥ جزء فى المليون على الترتيب للأسماك وزن ٢٠ – ٣٠ جم.

استخدام المبيدات الحشرية (فنيتروثيون Fenitrothion وكاربوفيوران Carbofuran) بمعدلات استخدامها الآمن ولمدة ١٢٠ يوماً أظهر انخفاض معنوى فى قطر حويصلة وغروى colloid الغدة الدرقية ، بينما يزيد ارتفاع الطلائية.

المعاملة بالمبيد العشبى باراكوات paraquat ومبيد الحشرات ميثداشن methidation تؤدى إلى تلف خلوى وضغوط على المبروك العادى وذلك لوحظ من زيادة نشاط إنزيمات جلوتامات دى هيدروجيناز ، جلوتامات أوكسالواسيتات ترانس اميناز، لاكتات دى هيدروجيناز فى الدم ، إضافة لزيادة سكر الدم كذلك . ويتفاعل المبيدان معاً تعاونياً ويؤديان معاً إلى امتداد الفراغات خارج الخلوية فى الكبد وكذلك تحلل ذاتى لخلايا الكبد .

تختلف مقاومة الأسماك للمبيدات العشبية المختلفة (أرسين Aresin ، بلادكس Bladex، تافازين Tafazine والدالابون Dalapon) باختلاف نوع السمك ونوع المبيد العشبى.

أدى تحليل دهن عجل البحر seal blubber من محيطات وبحار العالم إلى اكتشاف مستويات مختلفة من المركبات الكلورية المختلفة بشكل يوضح توزيع هذه الملوثات على الكرة الأرضية مع بيان الاختلاف الجغرافية . وهذا يحتم ضرورة إجراء مسح وتحليل مستمر لمتبقيات المبيدات المختلفة.

ومن دراسة على ١١ نوعاً سمك فى مصر تمثل بحيرات البردويل والمنزلة ومريوط ووادى الريان لمدى وجود متبقيات المبيدات ، وجد أن تركيز beta - BHC بلغ ٩,٦٨ جزء / بليون فى أسماك بحيرة البردويل، بينما احتوت أسماك بحيرة المنزلة على كل من الليندان والهبتاكلور والالدرين ومشتقات ال د . د . ت بتركيزات من ٢,٥٣ جزء / بليون للهبتاكلور إلى ١٧,٤٤ جزء / بليون P,P - DDT كما وجد P,P - DDT والجاماكلوردان فى أسماك وادى الريان بتركيز ٥٣,٩ ، ٤,٠٠ جزء / بليون على الترتيب ، أما الملاثيون فقد وجد بتركيزات بلغت ٨١٧,٧ ، ١٩٣,٠ ، ١٠٤,٠ ، ٤٧,٤ جزء / بليون فى أسماك بحيرات وادى الريان ومريوط والمنزلة والبردويل على الترتيب.

وبتحليل سمك القراميط والبلطى من محافظة بنى سويف ثبت احتوائها على فضلات المبيدات (مشابهات HCH مثل ليندان ، د.د.ت، الدرين ، ديلدرين ، هبتاكلور ، هبتاكلور ابوكسيد ، هكساكلوروبنزين، اوكسيكلوردان) باستمرار وإن كانت بتركيزات منخفضة (٠,٠١ – ٢,٢٢ جزء / مليون)، ولقد كانت القراميط أكثر تلوثاً عن البلطى فى عينات الفيوم.

وقد أدت المبيدات المختلفة فى بيئة أسماك المبروك إلى زيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة وأدت إلى زيادة عملية أكسدة الدهون. ويؤدى استخدام المبيدات إلى موت الأسماك والحشرات المائية والكائنات القاعية المستخدمة فى تغذية الأسماك ، كما تتراكم مبيدات الهاموش (د.د.د.) فى البلانكتون، ويتراكم بتركيز أشد فى الأسماك آكلة البلانكتون ، وبتركيز أشد جداً فى الأسماك آكلة اللحوم ، فيكون فى البلانكتون ٢٥ ضعف تركيزه فى الماء، وفى الأسماك آكلة النباتات ٨ – ٦٠ ضعف المتراكم فى البلانكتون ، وفى آكلات اللحوم ٥٠٠ ضعف ما فى البلانكتون . وحتى المبيدات التى ترش على الأرض تصل إلى الماء الأرضى ثم البحار فالأسماك و فى مياه الصرف إلى البحار . والجمبرى أشد حساسية للمبيدات عن الأسماك خاصة فى الأعمار الصغيرة . بينما الرخويات البالغة فإنها لا تموت بل تركز المبيد فى أجهزتها وأنسجتها مما يضر الإنسان لأنها تؤكل عادة دون طهى مما يؤدى لانتشار أمراض الكبد والجهاز العصبى.

الفصل الرابع
الأمراض الطفيلية

يصيب مبروك الحشائش حوالى ١٤٨ طفيل مختلف ، كما يصيب البورى طفيليات تتباين من موقع إلى آخر ففى البحر الأسود عزلت ١٥ نوعاً من طفيليات البورى ، بينما فى شرق البحر المتوسط عزلت ٣٤ نوعاً ، وفى شمال البحر الأحمر ٢٠ نوعاً ، وفى شمال الخليج الشمالى للمكسيك ١٩ نوعاً من الطفيليات، وفى خليج السويس تؤدى إصابة بورى البحر الأحمر بطفيل Benedenia sp. إلى جروح شديدة ونفوق السمك ، كما تؤدى الأشكال الكثيرة من trematode المنتشرة فى بورى الشرقين الأوسط والأقصى إلى مخاطر على صحة الإنسان فى شكل أمراض معوية نتيجة تحوصل الميتاسركاريا فى عضلات السمك .

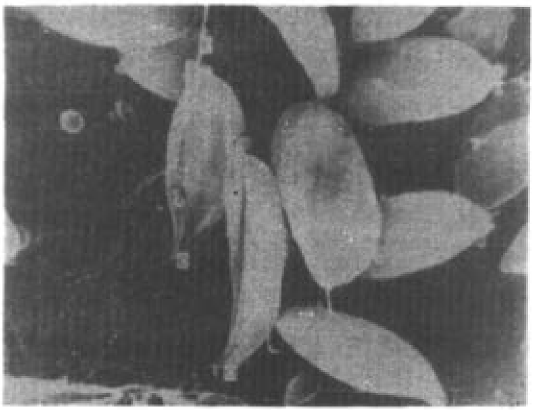
وتنتشر طفيليات عديدة فى بحيرة البردويل (رغم ملوحتها المرتفعة ٥٠ – ٧٥ جزء فى الألف) وتصيب البورى وموسى ، والوضع أشد خطورة فى بحيرة المنزلة وغيرها من البحيرات ، والأمر عادة يكون أخطر كثيراً فى الزراعة السمكية المكثفة إذ قد تنتشر الطفيليات بشكل وبائى لتخلف كميات كبيرة من المادة العضوية فى الأحواض (سماد ، أغذية ، زرق) خاصة فى ركود الماء وارتفاع درجة حرارته وشدة كثافة السمك .

والطفيليات قد تكون خارجية أو داخلية ، وقد تكون ابتدائية (بروتوزوا) أو ديدان مختلفة أو قشريات.

أولاً : الأمراض الطفيلية الابتدائية Protozoan diseases :

تسببها البروتوزوا وهى كائنات وحيدة الخلية منها ما يحمل أسواطاً أو أرجل كاذبة أو أهداباً أو تفتقد كل ذلك وقد تنتج جراثيم . وتصيب البلطى منها عديد من الأنواع وأهمها , Ichthyophthirius , Costia Chilodonella & Trichodina وكلها طفيليات خارجية .

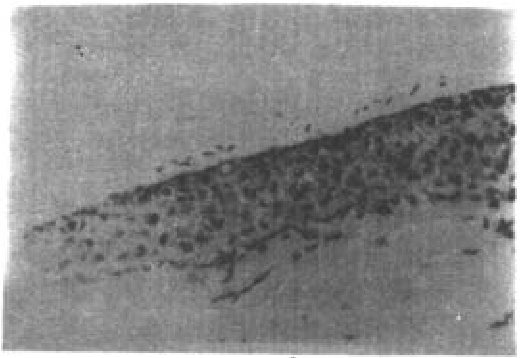
ويصيب طفيل **Costia necatrix** معظم أسماك الماء العذب مسبباً مرض كوستيا costiasis فى فصل الشتاء خاصة فى الأسماك الضعيفة . ويظهر المرض بشكل طبقة بيضاء رمادية اللون على الجسم وقد يسبب احتقان ونزف الجسم عند شدة الإصابة مع حكك الجسم بالأشياء الصلبة وسباحة غير طبيعية . وتعالج فى حمام ملح (١ ٪ كلوريد صوديوم) لمدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة أوبالفورمالين (٢٠ – ٢٥ مل / ١٠٠ لتر ماء أو ١٥ جزءاً فى المليون) لمدة ٣٠ دقيقة أو فى كبريتات النحاس (١٠٠ جزء فى المليون) أو برمنجنات البوتاسيوم (١٠٠٠ جزء فى المليون) ١٠ دقائق حسب الحاجة.



صـور بالميكروسكوب الإلكتـرونى لطفيل كوستيا Costia necatrix (Ichthybodo necator)

O : مكان الالتصاق

F : الاهداب



اسفنجية أدمة جلد السمك المصاب بطفيل كوستيا .

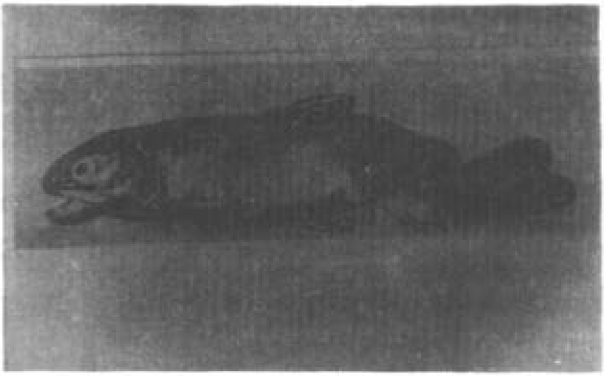
ومرض كوستيا يسببه طفيل (بروتوزوا) Ichthyobodo necator الذى يخفض شهية السمك للأكل ويضعفها ويزيد من نفوقها ويحطم خياشيمها وزعانفها وجلدها ، وتطفو الأسماك على سطح الماء . وتتواجد هذه الطفيليات فى مدى حرارى متسع (٣ - ٣٨°م) . وتؤدى هذه البروتوزوا الى تضخم خلايا ملبيجى واندماج الصفائح الخيشومية الثانوية واختفاء الخلايا الكأسية.

أما طفيل **Ichthyophthirius multifiliis** فينتشر بشكل وبائى فى كثير من مناطق العالم مسبباً مرض البقع البيضاء White spot disease (Ichthyophthiriasis) المعروف باسم إيش (إيك) Ich الذى يظهر الأسماك مغطاة ببقع بيضاء اللون صغيرة قد تلتحم معاً فى بقعة بيضاء رمادية أكبر قد تسقط من الجلد وتحاول الأسماك دعك جسمها بأى سطح صلب. ويعالج بأخضر الملاكيت (٠,١ مجم / لتر ماء) لعدة أيام قد تصل إلى ١٠ أيام ، و بالفورماليد وأزرق الميثيلين ، وكذلك رفع درجة الحرارة إلى ٣٠°م يقتل الطفيل.

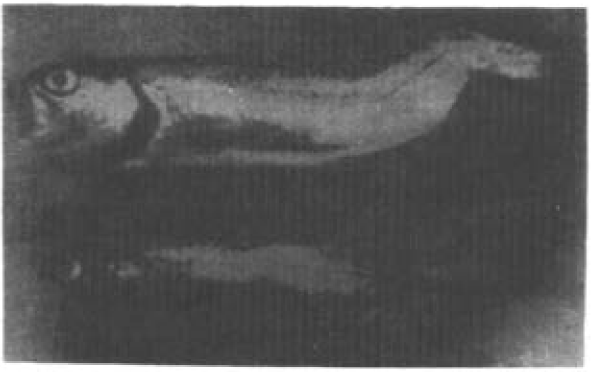
وطفيل **Chilodonella cyprini** يصيب المبروك والبلطى وغيرها من أسماك الماء العذب مسبباً مرض chilodonelliasis يظهر فى شكل بقع بيضاء مزرقة معتمة وقد يتساقط الجلد المصاب الميت وتميل الأسماك إلى الاحتكاك بالأجسام الصلبة وقد تتنفس بصعوبة لإصابة الخياشيم بالطفيل ويعالج بحمام ملحى (١ ٪ كلوريد صوديوم) لمدة ١٠ دقائق ، أو بأخضر الملاكيت (٠,١٥ مجم / لتر).

ومن الطفيليات الداخلية فى القناة الهضمية طفيل **Hexamita** (Octomitus) المسبب لمرض Hexamitiasis (Octamitiasis) وينتشر فى المعدة والأمعاء والكبد والمرارة وقد ينتشر فى حالات معينة كذلك فى دم الأسماك . ويؤدى المرض إلى غطس السمك المصاب فى قاع الحوض مع سباحته سباحة مفاجئة . ويعالج بالكالوميل (كلوريد زئبقوز) فى الغذاء بمعدل ٠,٢ ٪ لمدة ٤ يام ، أو بإضافة كاربرسون إلى الغذاء بنفس المعدل ولنفس المدة أيضاً ، وباستخدام الفيورازوليدون (٢٥ مجم / كجم من وزن السمك) لمدة ١٤ يوماً .

والكوكسيديا **Eimeria** من الطفيليات الداخلية فى الأمعاء للأسماك المختلفة خاصة المبروك ومنها عدة أنواع مثل E.subepithelialis وكذلك E.carpelli . ومن الطفيليات الخطيرة التى تسبب أمراض السمك كذلك الطفيل الداخلى المسمى **Myxosoma cerebralis** المسبب لمرض الدوران Whirling نتيجة انتشار الطفيل من الأمعاء إلى غضاريف الرأس والعمود الفقرى عن طريق الدم فتظهر الأسماك حركة دورانية حول نفسها إضافة إلى تشوه الفكوك وانحناء العمود الفقرى وينصح بعدم بيع الأسماك المصابة لعدم وجود وسائل علاجية .



إصبعيات تراوت مصابة بمرض الدوران مع انحناء العمود الفقرى واسوداد مقدم الجسم.



ومن الطفيليات الإبتدائية الداخلية التي تصيب الجهاز الدموى Haemoparasites طفيل Trypanosomes الذى يصيب العديد من الأسماك وينسب الطفيل إلى النوع السمكى الذى يصيبه وينتقل فى أمعاء أنواع العليق (الديدان) المختلفة إلى الأسماك . وهناك حوالى ٧٠ نوع تريبانوسومات تصيب أسماك الماء العذب إضافة إلى أكثر من ٤٠ نوعاً آخر يصيب الأسماك البحرية ، ويفترض فيها جميعاً بأنها مرادفات لنفس النوع لكنها متعددة لنسبها لأنواع أسماك مختلفة . وتؤدى هذه الطفيليات إلى تغييرات بيوكيماوية وفسيولوجية لنواتج ميتابوليزم الطفيل الناشئة فى الدم .

والأخطر من الطفيل السابق هو طفيل أولى داخلى دموى آخر من مجموعة Gyptobia فهو أشد خطورة على الأسماك ، وتنتقل كذلك بواسطة الديدان إلى الأسماك فتؤدى إلى فقر الدم وانسداد الشعيرات الدموية ويشحب لون الجلد والخياشيم وتبرز العيون مع ضعف عام للأسماك ونعاس . وقد وصف من الكبريبتوبيا حوالى ٣٠ نوعاً فى أسماك المياه العذبة ونوعين فى الأسماك البحرية . وقد توجد بعض الكريبتوبيا فى معدة الأسماك وتسمى الكريبتوبيا كذلك وتنسب إلى نوع السمك الذى تصيبه. والعلاج يجب التحكم فى الديدان الطفيلية الماصة للدم (وسيلة نقل الطفيل) باستخدام الماسوتن Masoten بمعدل ١ جم / ٤ م٣ ماء فى الأحواض السمكية أو فى حمام لمدة ٥ دقائق بتركيز ٢,٥ ٪ وقد تغطس الأسماك فى شبكة في محلول هيدروكسيد كالسيوم (لمدة ٥ ثوان) تركيز ٢٠٠ جم أوكسيد كالسيوم / ١٠٠ لتر ماء ، وتطهر الأحواض بأوكسيد الكالسيوم أوسياناميد الكالسيوم برشها على المسطح الكلى بمعدل ٣ – ٨ طن / هكتار، وتقاوم الكريبتوبيا كذلك بأزرق الميثيلين فى الغذاء بمعدل ١ كجم / طن لمدة شهر أو ١ جم / ٥ لتر ماء لمدة أسبوع فى تانكات خاصة.

ثانياً : الأمراض المتسببة عن الديدان في السمك Fish worms :

تتباين أشكال الديدان من مسطحه إلى اسطوانية وكيسية وشريطية ، ومن الديدان ما يتطفل خارجياً أو داخلياً.

أ – ديدان العلق leeches :

طفيليات خارجية كثيرة الانتشار فى الماء الساكن وتهاجم كل أنواع الأسماك ، وهى اسطوانية ماصة للدم (بطول ٢ – ٣ سم وقطر ١ مم) فتؤدى إلى ضعف السمك وجرحه وتعريضه لإصابات أخرى ثانوية . وتعالج بتفريغ الحوض وعمل حمامات للسمك فى شبك فى محلول ليزول (١ مل / ٥ لتر ماء) لمدة ٥ – ١٥ ثانية وهو مخلوط من الكريزول والصابون بنسبة ١ : ١ ، وقد تعالج فى حمام ملحى (١ ٪ ملح طعام) لمدة ٢٠ دقيقة (أو ٢ ٪ لمدة ١٠ دقائق) ، أو فى حمام جير (٠,٢ ٪ جير حى لمدة ٥ ثوان) ، مع تجيير الحوض إذا كانت منتشرة كوباء.

ب – الطفيليات الدودية المفلطحة : Platyhetminthes worm parasites :

هناك الكثير من الديدان الخارجية المسببة لمشاكل مع السمك ومنها الدودة الكبدية فى الخياشيم

التي تهاجم الخياشيم لصغار السمك (٢ - ٥ سم طول قياسي)، وهي gill fluke (Dactylogyrus) قصيرة دورة الحياة. فعدم زيادة كثافة السمك وحسن تغذيته تساعد على سرعة نموه وانخفاض مشاكل هذا الطفيل. كما تؤدي ديدان Gyrodactylus إلى إحمرار بطن السمك المبروك والزعانف الزوجية والخياشيم نتيجة القروح التي تحدثها الديدان ، وتخفض الإصابة في حالة جودة التغذية وعدم ازدحام الحوض بالسمك .وتفيد معاملة الأحواض بالفورمالين (٥ , ٥ جزء / مليون) أو في حمام ملحي ٢٥ جم / لتر لعشرة دقائق.

ومن الديدان **المفلطحة الداخلية** لأسماك الأحواض كذلك طفيل Hemistomum spathaceum الذي تحمله الطيور خاصة النورس gulls وتنمو يرقاته في قواقع الماء العذب Limnaea stagnalis والتي تخرج كسركاريا حرة العوم في الماء حول القواقع فيظهر الماء بمظهر بني وتهاجم السركاريا الأسماك وقد تؤدي إلى قتل السمك بتكاثر الطفيل في جسم السمك وقد تؤدي إلى العمى عند إصابة العين ، وتتم المقاومة للطفيل بالتخلص من القواقع بتجفيف الحوض وتجييره . وتؤدي ديدان Diplostromum إلى عمى البلطي، وأمكن التغلب عليها بتخزين الأحواض بأسماك آكلة للرخويات كعائل وسيط للطفيل .

والديدان المفلطحة الداخلية التي تصيب الأسماك أخطرها الثاقبات trematodes والتي تصيب السمك بأحد أطوارها (السركاريا) بينما الطفيل البالغ يصيب الطيور. وأفضل مقاومة لهذه الديدان بتربية الأسماك آكلة الرخويات Molluscivores ومقاومة الطيور آكلة الأسماك piscivores . ومن بين هذه الديدان (التريماتودا) الدودة الكبدية للدم Blood fluke (Sanguinicola) ومنها ١٠ أنواع طولها ١ - ٦ مم وتعيش في الجهاز الدوري للسمك والأوعية الدموية للخياشيم ، وتدخل السركاريا إلى السمك عن طريق الخياشيم والجلد وينتشر بيضها في كل أعضاء الجسم ، ويسد بيضها أوعية الدم بالخياشيم محدثة جلطات دموية وانسدادات فتموت أنسجة الخياشيم لعفنها necrosis فتضعف الأسماك وتموت . وقد يفيد التجيير في تحطيم القواقع كعوائل وسيطة أو استخدام كبريتات النحاس أو كلوريد النحاس أو خلات النحاس (٧ جم / ١٠ م٣ ماء) لقتل القواقع . ولقد ثبت وجود السركاريا المتحوصلة في الأسماك النيلية (بلطي ، بياض ، شال) بنسبة ٤٦ - ٧٠ ٪ بينما لم توجد في قشر البياض .

جـ - الديدان الشريطية Tapeworms (Cestodae) :

تصيب الأسماك وتنتقل إلى الإنسان الذي بدوره يخرجها الإنسان في برازه إلى نوع من القشريات التي تتغذى عليها الأسماك وتستمر دورة حياة الطفيل. وأخطر هذه الديدان على الأسماك هي Caryophyllaeus laticeps التي تتواجد يرقاتها في ديدان tubifex التي تنتشر في طين الأحواض فتصاب الأسماك عند التغذية على هذه الديدان الأخيرة كغذاء طبيعي . وتعالج هذه الحالة بالرعاية الجيدة لأرضية الحوض وتجفيفه وخدمته وتجييره.

ومن الديدان الشريطية كذلك دودة Ligula intestinalis التي تعيش في أمعاء الطيور المائية بينما تتواجد يرقاتها في تجاويف الأسماك ، وطولها ١٥ - ٤٠ سم وتنتشر في الماء المفتوح أكثر من أحواض المزارع .

د - الديدان الكيسية Aschelminthes :

ومنها الديدان الخيطية Nematoda التى تؤثر على نمو السمك وتسبب نفوقه حسب درجة شدة الإصابة ، وتعتبر الطيور المائية Aquatic birds والأسماك آكلة الأسماك عوائل للنيماتودا التى تشكل خطورة على أحواض السمك. ومن هذه الديدان ما يتواجد فى أوعية الدم للخياشيم ، وتؤدى إصابة سمك موسى ببيضها إلى ظهور بقع سوداء. كما تنتشرالنيماتودا فى أسماك بحيرة السد العالى بنسبة ٤٦ ٪ فى البلطى النيلى ، ٦٠ ٪ فى قشر البياض وتتواجد فى تجاويف السمك وأحشائه وعضلاته وخياشيمه . وتقاوم بصيد الطيور المائية والزواحف .

هـ - الديدان الخطافية Anchorworms (Acanthocephala) :

تتطفل على الجلد والخياشيم وأحياناً فى التجويف الفمى مسببة هزالاً شديداً للأسماك . وقد تنتشر فى أعضاء الجسم الداخلية . وتتوقف شدة الإصابة بهذه الديدان على نوع السمك فبعضها غير معرض لهذه الديدان بينما بعض أنواع السمك الأخرى المصابة قد تصل نسبة النفوق فيها ٧٠ ٪ . وللعلاج تستخدم البرمنجنات (٠,١ ٪) لدقيقة أو ترش الأحواض بمبيد الديبتيركس بتركيز جزء فى المليون ، أو باستخدام الليزول (٠,١ ٪) لمدة دقيقة.

ثالثاً : الطفيليات القشرية Crustacean parasites :

ينتشر طفيل مجدافى الأقدام الكوبيبود Copepod (Lernaea) على السمك فيهاجم الخياشيم وأى جزء فى الجسم حيث يدفن الطفيل نفسه فى جيوب القشور وتبرز أكياس البيض حرة ، ويظهر الطفيل بالعين المجردة على شكل حرف (Y) مقلوب ، وينتج الطفيل ١٠ - ١١ جيل فى السنة فهو سريع الانتشار وإن كان غير مميت لكنه يضر بالسمك وحالته . ويعالج فى حمام فورمالين ٢٠٠ سم٣ / ١٠٠ لتر ماء لمدة ساعة فيبيد المراحل الصغيرة من الطفيل ، والأكفأ هو استخدام فرشة ناعمة لإزالة الطفيل من السمك القيم. كما تصاب الأسماك بكوبيبود Ergasilus يعالج بالتجفيف والتجيير .

ومن القشريات الطفيلية كذلك قملة السمك fish louse من جنس Argulus وأجناس أخرى وهى لها شكل قرص أحمر مفلطح يتعلق بجسم السمك من الخارج (أى لا يخترق الجسم مثل Lernaea) أو على الزعانف وفى الفم وتجويف الخياشيم ، وتمتص سيرم دم السمك وعصائر أنسجته بل وتحقن السمك بسم يؤدى إلى التهاب وقروح وربما تحمل جراثيم استسقاء البطن المعدى ، وسمها كاف لقتل صغار السمك ، وأمكن علاجها باستخدام حمام من الليندان lindane تركيز ٨ مل / ١٠ آلاف لتر ماء . ويمكن تجنبها باستبعاد الأسماك البرية والضفادع كما أمكن علاجها فى حمام برمنجنات بوتاسيوم ١ جم / ألف لتر ماء لمدة ٥ - ١٠دقائق ، كما أن تجفيف الحوض وتجييره يجنبنا هذه الطفيليات لأن بيضها ويرقاتها لا تتحمل الجفاف .

لذا يجرى تطهير أسماك التربية بمعاملتها ببرمنجنات البوتاسيوم ١٠ جزء / مليون لمدة ساعة يليها ٤ - ١٢ ساعة فى تركيز ١٥ جزء/ مليون فورمالين مع ١ جزء/ مليون أكريفلافين acriflavin بشكل روتينى.

والقشريات عدد كبير من الأنواع تسبب تلفا كبيراً ونفوقاً بنسبة كبيرة فى أسماك المزارع خاصة فى ظروف الزحمة فتعيق النمو . ومنها Branchiura , Copepoda & Monogenetic trematodes وهى تسبب جروحاً مفتوحة فتسهل هجوم وإصابة بعدوى ثانوية فيكثر النفوق . والجنس الأول يقاوم بالمبيد ليندان ٠,٢ جزء فى المليون أو بوضع عصيان فى الحوض تبيض عليها القشريات وتجمع يومياً فتقل الطفيليات. ويقاوم الجنس الثانى بحمام ملح الطعام تركيز ٢ ٪ لمدة ١٥ ق والأكفأ برمنجنات البوتاسيوم ٢٠ جزء فى المليون ١- ٤ ساعات تقتل ٩٠ - ١٠٠ ٪ من القشريات البالغة التى تنغرس فى لحم السمك وقد يرش الحوض بالديبتركس ٠,٢٥ جزء فى المليون فتقل ١٠٠ ٪ من مراحل الكوبيبودا، والرش كل أسبوع مفيد جداً للتخلص من كل أطوارها . وقد سجلت فى مصر إصابة البلطى الزيللى بالكوبيبودا (ارجاسيلس Ergasilus) بدون نفوق. والجنس الأخير يضم ٧١ نوعاً تتطفل على ٧٥ نوعاً من السمك فى غرب إفريقيا وحدها فهى تصيب الجلد والخياشيم وتتلف بشدة صغار البلطى كما تشكل خطراً كبيراً على المفرخات والمرابى ، وتتجول على سطح السمك وتتلف قرنية العين بخطافاتها . وأهمها خطورة على مزارع البلطى Cichlidogyridae .

الفصل الخامس
الأمراض الميكروبية
Microbial diseases

انتشار أمراض الأسماك في المناطق الساحلية لها تأثيراتها على الثروة السمكية وصحة الإنسان إذ أن الطفيليات والأمراض السمكية المعدية غالبا ماتنتقل إلى الإنسان فتسبب الخطر لمستهلكي السمك .كما أن السمك المريض أو الذى يعاني اضطرابات وضغوطا يصير صيدا سهلا للمفترسات لضعف مقاومتها وعدم هروبها لضعفها ، وينخفض نمو هذه الأسماك المريضة ويعاق تطور مناسلها فتنخفض جودة السمك وتنخفض حيوية العشيرة السمكية .

ميكانزم الضغط (أو الاضطراب) Mechanism of stress :

يعرف الضغط أو الاضطراب بأنه حالة ناتجة من عوامل بيئية أو غيرها والتي تصل باستجابة الأقلمة لحيوان ما إلى ما تحت المدى الطبيعي ، أو التي تؤدى لاضطراب الوظائف الطبيعية للمدى الذى قد يخفض من فرص الحياه معنويا . ويمر جسم السمك تحت هذه الضغوط بتغييرات ظاهرية وكيموحيوية وفسيولوجية تمكنه من التأقلم مع عوامل البيئة غير المناسبة وتعرف هذه التغييرات بأعراض التأقلم العامة General Adaptation Syndrome"GAS " والتي تمر بثلاث مراحل (غير مرتبطة بنوع السمك أو نوع المثبطات) وهي :

١ - مرحلة الإنزار alarm phase ، وتتميز بتفاعلات رجعية ظاهرية وفسيولوجية ، وإذا كانت مسببات الضغوط قوية وسريعة فقد تنتهي هذه المرحلة بالنفوق .

٢ - مرحلة المقاومة resistance phase ، وتتميز بالتأقلم للوصول إلى حالة اتزان تحت الظروف المتغيرة .

٣ - مرحلة الإعياء exhaustion phase ، وخلالها تعجز الأقلمة ولايمكن حفظ حالة الاتزان وتكون التغييرات غير رجعية وتنتهي بحالة من ثلاث :

أ - انخفاض المقاومة .

ب - تثبيط النمو .

جـ - فشل وظيفة المناسل أو حتى النفوق .

وتحت تأثير العوامل المثبطة أو المؤدية إلى الضغوط ينبة الهيبوثالامس hypothalamus الفص الأمامي للغدة النخامية Pituitary لإفراز هرمون ادرينوكورتيكوتروفيك Adrenocorticotrophic (ACTH) الذى ينبه بدوره النسيج الداخلى للسمك (المماثل لقشرة فوق الكلية فى الثدييات) لإفراز الكورتيزون cortisone (كروتيكوستيرون corticosterone و أبينيفرين epinephrine) والذى يسمى كذلك بهرمون الضغوط Stress hormone ، ويعمل الكورتيزون على ميتابوليزم البروتين والكربوهيدرات وكذلك على الجهاز الليمفاوى . وفى ظل تأثير الكورتيكو ستيرويدات يختل الاتزان المعدنى فى سوائل الجسم فيزيد امتصاص الصوديوم والكلور بينما يخرج البوتاسيوم من الجسم ، ويزيد مستوى جلوكوز ولاكتات والأحماض الدهنية فى الدم ، وينخفض محتوى الكبد من الجليكوچين ومحتوى العضلات من البروتين (ميزان ازوت سالب) فيؤدى إلى خفض وزن الجسم . ويؤدى خروج الثيروكسين المتزايد (نتيجة تنبية الدرقية) إلى زيادة تكسير البروتين . هذا بجانب تثبيط الجهاز الليمفاوى بما يضر بميكانزم الدفاع أو المناعة المقاومة . كما يؤدى الهيبوثالامس إلى تنشيط الجهاز العصبى السيمبتاوى بما يزيد إنتاج الكاتيكولامينات Catecholamines (ادرينالين adrenaline ونورادرينالين noradrenaline) من خلايا الكرومافين chromaffin (شبيهة بنخاع الادرينال فى الثديات) . وتخليق هذه الهرمونات يستهلك حمض اسكوربيك ولذلك ينخفض حمض اسكوربيك الدم فى أثناء الضغوط . وفيتامين ج هذا مسئول عن صحة وسلامة خلايا الطلائية مثل الأدمة وبطانة الخياشيم ومخاطية الجهاز الهضمى . وتؤدى الكاتيكولامينات إلى زيادة ضربات القلب heart beats وإدرار البول diuresis وزيادة جريان الدم hyperaemia فى الأوعية الدموية الفرعية بما يؤدى لاضطراب ميكانزم التنظيم الاسموزى فى كلا من أسماك المياه المالحة والعذبة .

أولا : الطفيليات البكتيرية Bacterial parasites :

البكتيريا كائنات أولية خلاياها عديمة الغشاء النووى ومادتها الوراثية محمولة على كروموسوم مفرد ، وتتكاثر بالانقسام وبعضها ينتج الجراثيم Spores .تؤدى طرق التربية المكثفة للسمك فى أحواض إلى مشاكل صحية بين المستهلكين الآدميين لهذه الأسماك ، وأهم هذه المشاكل التى تسببها التغذية على السمك هى التسمم الغذائى ببكتريا كلوستريديم بوتيولينم وكلوستريديم بيرفرينجينس والتى يتم عزلها من أنسجة العضلات والأعضاء الطازجة من هذه الأسماك . وتتوقف شدة الإصابة للسمك بهذه البكتريا على الظروف الصحية وطرق الصيد والنقل والتخزين والتصنيع . ويمكن التغلب على هذه البكتريا بالتجبير أى نقع السمك فى محاليل جير ١٥ - ٢٠ دقيقة على حرارة ٥٠ - ٦٠° م أو بالتعريض لأشعة الشمس أو بالتشعيع . قد يرجع ارتفاع نسبة نفوق المراحل الأولى من السمك إلى عديد من العوامل من بينها إصابة البيض بالبكتريا مثل الڤيبريو والليستيريا والكورينباكتريا والاستافيلوكوكس . ومن البكتيريا المرضية للأسماك :

- **Flexibacter columnaris** : التى تصيب الإصبعيات وترفع نسبة النفوق إلى ٩٠ ٪

فى ظرف ٤٨ ساعة لإتلافها للجلد والخياشيم (فتختنق الأسماك) وإفرازها سموم بكتيرية .
ومرض الكولمنارس يصيب معظم أسماك الماء العذب ويعالج بالمضادات الحيوية .

- **Pseudomonas fluorescens** : تسبب تسمما دمويا مصحوبا بنزف للأسماك ، والمرض يوصف بجدرى السمك Fish pox لوجود تقرحات حمراء على السطح الظهرى خاصة . ويطلق عليه مرض الجلد الأحمر red skin disease .

- **Pseudomonas sp** : مميت للأسماك فى ظرف ٢٤ ساعة من حدوثه ، ويظهر ببقع حمراء على الجدار البطنى ، وقد يتداخل مع جدرى الأسماك والتسمم الدموى النزفى البكتيرى .

- **Edwardsiella tarda** : تصيب الأمعاء ويظهر بأعراض جلدية بسيطة وتصيب عادة الأعضاء الداخلية (كلى ، كبد) فتصير سهلة التحطيم Friable ، وقد ترافق الإصابة بالتسمم الدموى النزفى البكتيرى. وهذه البكتيريا توجد فى مخلفات وبم الحيوانات والانسان وفى الماء كذلك .

- **Enterobacter sp** : وتوجد فى روث الإنسان والحيوان وفى التربة والماء وتصيب أنواعاً كثيرة من الأسماك بمرض الفم الأحمر والتسمم الدموى .

- **Vibrio anguillarum** : يؤدى لمرض Vibriosis فى مزارع الأسماك الماء المالح وانتشر فى أنواع الماء العذب بتغذيتها على مخلفات أسماك البحر ويؤدى لدكنة لون الجلد وإضرار بالجلد وينتشر عليه التقرحات من تضخم الطحال وامتلائه بالماء وقد يصاب الكبد بنفس الأعراض .

- **Aeromonas hydrophila** : يؤدى لتسمم دموى (مصحوب بنزف) بكتيرى Bacterial haemorrhagic septicaemia تمتلىء فيه تجويف البطن بالسوائل ويتقرح الجلد ، ونزف دموى للتسمم الدموى البكتيرى عامة . وقد أعطى المرض أسماء أخرى مثل استسقاء البطن المعدى infectious dropsy ، المرض الأحمر ، الداء الأحمر red pest وهو منتشر فى العالم كله ويصيب مزارع المبرك ومزارع الأسماك الأخرى .

- **Aeromonas salmonicida** : منتشر فى العالم ويصيب السالمونيدات والمبروك وغيرها (ويشبه الكتيريا عاليه سابقة الذكر) .

هناك بكتيريا أخرى لم يتم التعرف عليها تؤدى لأمراض مثل عفن الزعانف والذيل Fin and tail rot .

مرض التقرح البكتيرى Bacterial ulcerative disease .

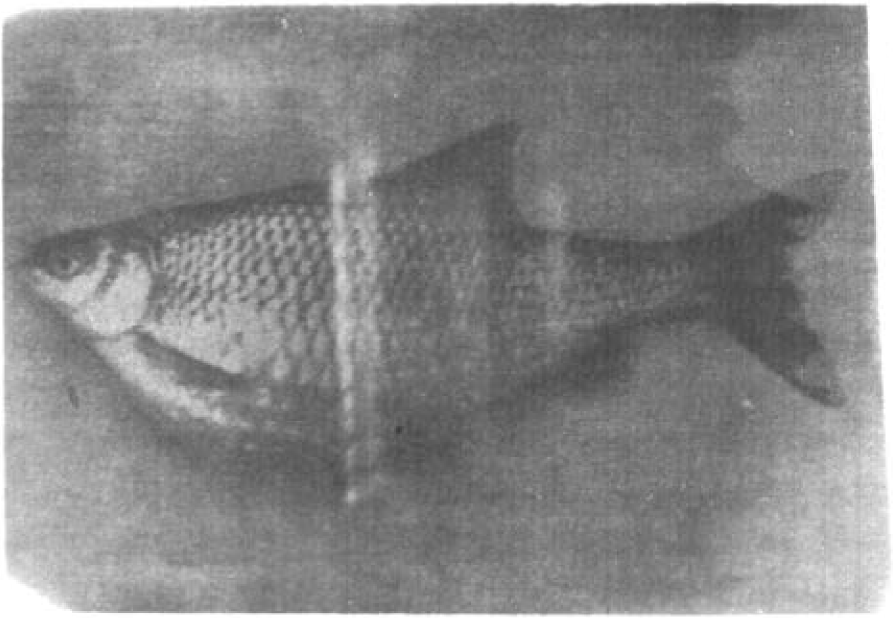
عفن كبدى بؤرى Focal hepatic necosis .

وفى مصر وجد أن بكتريا **Providencia rettgeri** تؤدى إلى ارتفاع نسبة النفوق فى أسماك البلطى النيلى فى مصب النيل فى البحر المتوسط قرب أدفينا . وقد كانت العدوى أكثر حدوثا فى

الإناث الناضجة خلال موسم وضع البيض وقد يرجع ذلك للتيار المعاكس الناتج من القناطر مؤديا لظروف غير مناسبة لعملية وضع البيض مما يؤدى لنوع من الاضطراب الذى قد يخلق سلسلة من ردود الأفعال الهرمونية تنتهى بخفض المقاومة . وهذه البكتريا تؤدى لفقد حوالى ١٥٠ طنا سنويا من البلطى والمبروك الفضى ، وجدير بالذكر أن هذه البكتريا تؤدى إلى إصابة القناه البولية فى الإنسان (كما تتلف الكلى فى الأسماك البلطى) . وخطورة هذه البكتريا التى عزلت من الإنسان أنها تقاوم بشدة كثير من العقاقير الكيماوية إلا أن السلالات المعزولة من البلطى كانت حساسة لمدى كبير من المضادات الحيوية . بفحص كائنات بحرية (بورى ، سردين ، محار ، جمبرى ، كابوريا) من بحيرة التمساح بالإسماعيلية ومن أسواق التجزئة لوجود البكتريا ، وجد أن كائنات البحيرة المدروسة كانت شديدة التلوث ببكتريا الكولاى المرضية والروثية ، السالمونيلا ، ڤيبريو ، ستافيلوكوكى . وكان هناك ارتباط جيد بين وجود الكولاى الروثى والسالمونيلا . كما كانت بكتريا الڤيبريو Vibrio parahaemolyticus شديدة الإصابة لأسماك البحيرة عنها فى أسماك السوق . وكانت المحار والجمبرى أكثر تلوثا بالستافيلوكوكى مقارنة بالأسماك .

وتؤدى إصابة القراميط بالبكتريا **Aeromonas hydrophila** إلى ارتفاع نسبة النفوق ، والسمك المقاوم يظهر عددا عاليا من البكتريا فى كليتيه الجزعيتين trunk kidneys ، مع ظهور أضرار مرضية فى أنسجة الخياشيم والكبد والطحال والكلى الجزعى والكلى الرأسى head kidney . أدى فحص التراوت السليم ظاهريا إلى الكشف عن ارتفاع نسبة الإصابة للعين والطحال ببكتريا **Aeromonads** وإن خلى الدم منها ، بينما **Streptococci** تواجدت فى الدم والعين والطحال . وقد سجل انتشار مرض الطاعون الأحمر Red pest (vibriosis) فى الحنشان فى بريطانيا ، وقد زعم أن السبب يرجع إلى ضغوط شديدة من جراء ارتفاع درجة حرارة الماء عند المصب مع انخفاض تدفق الماء العذب من الأنهار المصابة ، وقد أظهر الفحص البكتريولوچى وجود بكتريا .Vibrio sp .

استسقاء بطنية معدية Infectious abdominal dropsy وقد يطلق عليه عفن الدم النزفى البكتيرى أو مرض الفم الأحمر مرض منتشر فى مزارع المبروك يسبب خسائر كبيرة ويصيب أنواعا أخرى وتسببه بكتريا Aeromonas (Pseudomonas) punctrta وإن اعتقد البعض أن سببه ڤيروس . إلا أنه عادة تحدث عدوى ڤيروسية أولية يصحبها غزو بكتيرى ثانوى . وتظهر فى الربيع وتنفق الأسماك من التهاب البطن



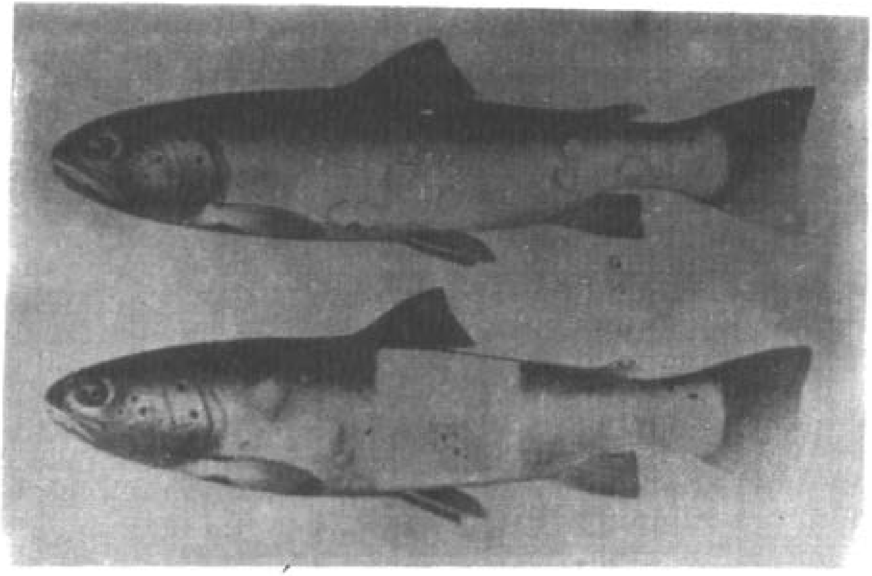
أسماك مصابة بشدة باستسقاء بطنية معدية

أسماك مصابة بمرض الاستسقاء البطني المعدى مظهرة تقرحات في النسيج العضلى محدثة جروح حمراء قاتمة محددة بحواف مبيضة . والزعنفة الظهرية مصابة كذلك

وتجمع سائلا أصفر أو طوبيا فى تجويف الجسم وتتقرح أجزاء من الجسم التى يظهر بها مناطق دموية كما تتحطم أجزاء من الزعانف . ويقاوم المرض بإزالة كل مسببات ضعف الأسماك مثل التغييرات البيئية المفاجئة والبرد القارص وإطالة التخزين والتداول الغير ضرورى ونقص الغذاء الطبيعى وكثافة التخزين وعند حدوث المرض يزال السمك الميت والمريض ويعدم ويعد صرف الحوض يجفف ويجير والعلاج تستخدم المضادات الحيوية التى تؤثر على البكتريا ولاتؤثر على الفيروس .

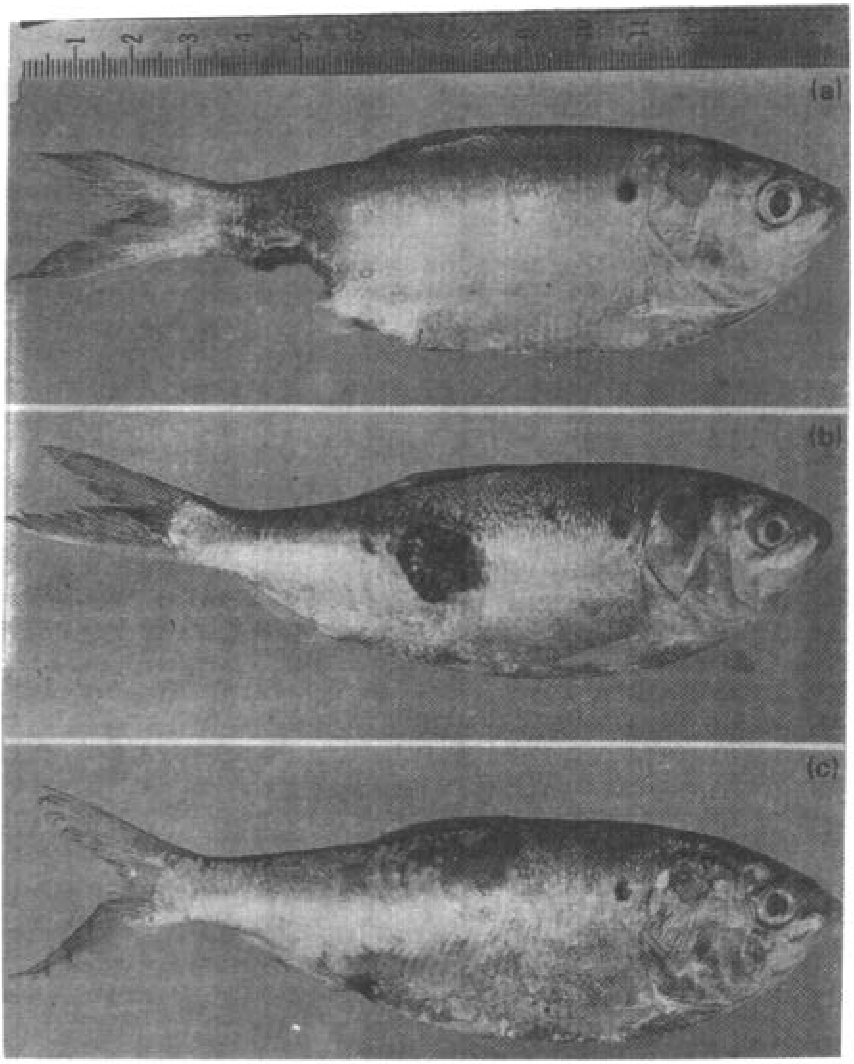
ومن المضادات الحيوية المستخدمة لعلاج البكتريا الكلورامفينيكول وأوكسى تتراسيكلين وستربتوميسين (وهما أكثر فاعلية ويستخدمان مع العلف) . ويحقن الكلورامفينيكول بمعدل ١ - ١,٥ مجم / ١٠٠ جم سمك باذابتها فى ١ -٢ مل ماء حسب حجم السمك . وقد يجرى حمام مضاد حيوى من الكلور امفينيكول (٦٠ مجم / لتر ماء) لمدة ١٠ ساعات ، أويوضع المضاد الحيوى فى الغذاء لتستهلك السمك وزن ١٠٠ جم ١ مجم / يوم . ويصاب البلطى الإفريقى بالعديد من هذه الأمراض البكتيرية مثل مرض الألتهاب المعوى الرشحى Catarrhal enteritis ومرض الزعنفة البكتيرى Bacterial fin disease والاستسقاء Ascites والتسمم الدموى النزفى Haemorrhagic septicemia ، وقد عزلت منه بكتيريا Aeromonas , Liquefaciens , Pseudomonas sp. وغيرهامن الأمعاء والكبد . وهناك عدوى مرضية فى السمك تعرف بأسم **Furunkulosis** تسببها بكتريا Aeromonas ، فتظهر أعراضها فى شكل قرح مدممة ومتقيحة (دمل) مع نزف فى الجلد والعضلات ، أو تظهر فى شكل التهاب معوى أو فقر دم . ويعرف المرض بعزل البكتريا ، لأنه يمكن أن تختفى علامات المرض ويزيد الفقد فى السمك إذا لم تعزل على البكتريا . وهنا يسهل علاج المرض فى المزارع باستخدام العلاج الكيماوى أو المضادات الحيوية فى الغذاء . وكذلك يمكن إعاقة المرض بسبل المقاومة فى المزارع الموبوءه أو المهددة بخطر المرض . والعلاج الاكيد هو الايروميسين Aureomycin ، بينما البنسلين وغيره يتطلب زيادة تركيزه عشرة آلاف ضعف ، ويتشابه تاثير كل من السلفوناميد والبنسلين فيضاف الايروميسين أو الفيروكسون Furoxon بتركيز ٠,١ - ٠,٢ ٪ فى الغذاء الجاف مرتين لمدة ٥ أيام كل مرة بينهما فترة انقطاع عدة أيام . والمقاومة يكفى الايروميسين بتركز ٠,٠٥ ٪ ، وتستخدم جرعة المقاومة للعلاج لكن على فترة طويلة بينما التركيز ٠,١ - ٠,٢ ٪ سريع العلاج . ولايفضل استخدام السلفوناميد ، لأثارها الجانبية بفعلها للفيتامين حمض الفوليك ، فتظهر أعراض نقص حمض الفوليك باستخدام السلفوناميد .

وأعراض مرض التقرح Ulcer disease syndrome تنتشر فى الأسماك وقد تسببها بكتيريا (ايرومـوناس أو فيبـريو أو بزيدومـوناس) خـلافا للتـقرح الحـادث بالفطريات (مـثل افـانوميسيس وسابرولجنيا).



أسماك تراوت مصابة بمرض Furunkulosis أو الدمامل

قرح السمك



مراحل تطور القروح

a : قرحة حول الشرج .

b : قرحة في النسيج العضلي .

c : قرحة في طور شفائها .

وقد تتلف الخياشيم لإصابتها ببكتيريا مخاطية Myxobacteria (إضافة للأسباب البيئية والغذائية المختلفة) ، وقد ينشأ مرض عفن الزعانف والذيل نتيجة الإصابة البكتيرية مثل Aeromonas , Pseudomonas (إضافة لأسباب غذائية وللرعاية فى أحواض) ، كما تصاب الكلية بمرض بكتيرى سببه بكتيريا Corynebacteria مؤديا إلى انتفاخات وبثرات فوق الخط الجانبى مع جحوظ العين وهدم نسيج الكلية ويعالج بمركبات السلفا أو المضادات الحيوية . ومن الأمراض الخطيرة للسمك كذلك سل الأسماك Fish tuberculosis الذى تسببه أنواع مختلفة لبكتيريا Mycobacteruim مؤدية إلى ضعف السمك وفقدانه الشهية وفقد اللون والقشور وجحوظ العين وصعوبة الحركة ، ولايعالج المرض بنجاح .

ثانياً : الأمراض الڤيروسية Viral diseases :

الڤيروسات Viruses أصغر الكائنات المعروفة وتختلف عن الكائنات الحية الأخرى لدرجة قد تجعل المرأ يفكر قبل أن يطلق عليها لفظ كائنات organisms . جزئيات الڤيروس أو الڤيريونات Virions يتراوح حجمها ما بين ٢٠ - ٣٠٠ نانومتر وكل ڤيريون يحتوى a core or genome لحمض نووى (DNA أو RNA) يغطى بطبقة من البروتين يطلق عليها Capsid تتكون من عديد من الوحدات يطلق على كل منها Capsomeres . والڤيروسات تتكاثر فقط داخل الخلايا الحية . والخياشيم تعد مدخلا هاما للغزو الڤيروسى . وللڤيروسات أشكال مختلفة (مكعبة ، لولبية ، معقدة) .

من أكثر الأمراض الڤيروسية انتشارا :

- نكرزه البنكرياس المعدية Infectious Pancreatic Necrosis (IPN) : وفيها يظهر البنكرياس ببقع دموية مع احتقان الكبد والطحال وبهتان لونهما مع غمقة لون التجويف البطنى وتجمع سوائل فى التجويف البطنى Visceral cavity وقد يفيد استخدام الاكريفلاڤين بمعدل ٠,٥ مجم / لتر فيمنع التطور المرضى الخلوى .

- نكرزه الأعضاء المخلقة للدم المعدى Infectious Haematopoietic Necrosis (IHN) : تصيب الأسماك فى عمر الفقس إلى سنتين وفيها تغمق لون الزعانف مع نزفها وبهتان لون الأحشاء وامتلاء الأمعاء بسائل مائى .

- مرض الربيع الڤيروسى للمبروك Spring Viraemia of carp (SVC) : يصيب أسماك المبروك وربما غيرها من الأسماك كذلك فى أى عمر ، السمك المصاب يغمق لونه وتبطؤ حركة تنفسه مع عدم اتزانه ويرقد على جانبه ، يشحب لون الخياشيم وتلطخ بنزف دموى هى والجلد ، وجود سوائل دموية فى التجويف البطنى مع التهاب الأمعاء ونزف القلب والكبد والكلى والأمعاء والمثانة الهوائية والعضلات .

- مرض القراميط الڤيروسى Channel catfish virus disease (CCVD) : يصيب قراميط الماء العذب فقط فى أمريكا ويميز المرض بحركة العوم على اللولبية spiral مع فقد التوازن وقد تعلق بعض الأسماك فى الماء رأسيا vertically والرأس لأعلى أولأسفل ويظهر النزف الدموى من الخياشيم والجلد والأحشاء .

- مرض التحوصل الليمفاوى Lymphocystis disease : فى أسماك الرنجة يميز بجروح جلدية وفى الأعضاء الداخلية ، وتظهر الخلايا المتحوصلة عادة فردية بقطر ١ - ٢ مم ، ويرجع سبب هذا المرض إلى ڤيروس يصيب الحويصلات الليمفاوية .

- ومرض التسمم الدموى النزفى الڤيروسى Viral haemorrhagic septicaemia (VHS) : تتوقف أعراضه على مدى شدة الإصابة بالڤيروس فقد تتحرك الأسماك بعصبية حركة دورانية

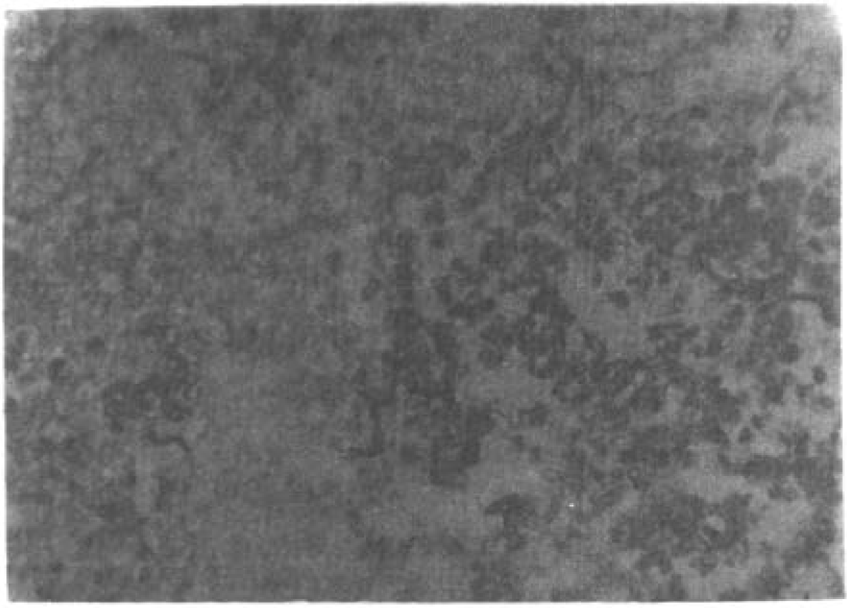
حالة من التسمم الدموى النزفى الڤيروسى

مع فتح الفم ويفتح السمك المصاب يظهر الكبد ممزق ومتغير اللون مع وجود بقع نزفية . وقد تتجمع الأسماك وتبطؤ حركتها ويميل لون الجسم إلى اللون الداكن. وقد تجحظ العيون ويشحب لون الخياشيم . وقد تتضخم البطن وتتلون فتحة المخرج باللون الأصفر وتبدو العضلات بقوام اسفنجي . ويعمل الصفة التشريحية توجد تجمعات لسوائل جسمية مع شحوب لون الكبد وقوامة يكون محطما وقد تتضخم الكلية .

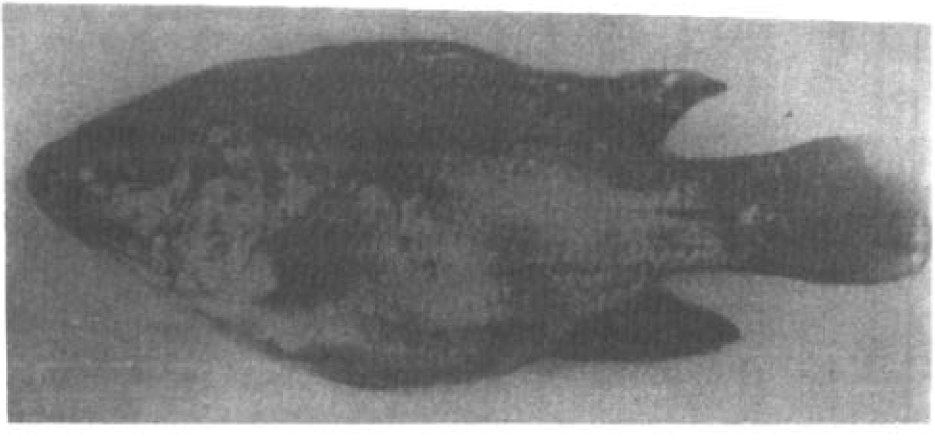
ثالثا : الأمراض الفطرية :

- دراسة الأمراض الفطرية السمكية Piscinc inycoses ربما تكون معقدة لمشكلة التعرف عليها ، إذ لايكون التعرف كاملا ، أو يكون التعرف عليها غير محتمل ، مما أدى إلى تراكم وتجميع الفطريات المؤثرة على أسماك المياه العذبة تحت اصطلاح يعرف بالسابرولجنيا Saprolegnia . فالاختلاط والتشويش ليس فقط بين أنواع الفطر بل حتى بين أجناسه . وهذه المشكلة تعيق الإجابة على التساؤل عن مدى مايسببه الفطر من أمراض ، إذ لايمكن الإجابة على هذا السؤال دون عزل الفطر والتعرف عليه ، وإعادة عدوى السمك بنفس نوع الفطر وإعادة عزلة والتعرف عليه . كما أن فاحص أمراض السمك Fish pathologist ليس لديه المعلومات التجريبية الكافية وليس لديه وصف مرضى نسيجى Histopathological lesion descriptions يساعده على التشخيص .

رغم ذلك فإن الإصابة الفطرية بالاسبرجيلس Aspergillomycosis قد تكون كبيرة جدا تحت الظروف الإستوائية ، وترتبط بمشاكل خطيرة بانتشار الزراعة السمكية . فقد أصيب البلطي في كينيا بالاسبرجيلس وسبب نفوقا في المزارع المكثفة ، واعتقد كذلك في تلوث بالافلاتوكسين ، إذ بفحص العلف وجد أن به آثارا من الافلاتوكسين ، لكن بإجراء عديد من التجارب ثبت أن النفوق راجع للعدوى الفطرية وليس للافلاتوكسين . وتظهر الحالة بنفوق فجائي عقب أي ضغوط في التربية ، مصحوبة بورم بطني ودكنة اللون darkening وسبات lethargy فالموت الفجائي . ويؤدي فتح incision التجويف البطني إلى انسياب كميات غزيرة من سائل رائق أو ملطخ بالدم ، عادة مع نكرزة شديدة للكبد . وتصل نسبة النفوق الكلي حوالي ٢٠ ٪ من القطيع في موسم النمو . ويؤدي الفحص المرضي النسيجي إلى إثبات وجود الفطر وهيفاته ، وعدم وجود أي طفيليات أخرى أو كائنات حية دقيقة بما يشير إلى أن هذه العدوى الفطرية أولية وليست ثانوية . وتظهر الحالات المزمنة المتقدمة بوجود عناقيد محببة وامتداد جدار الأمعاء والكلي والطحال والكبد (مع ضرورة تفريق هذه العناقيد المحببة عن غيرها والتي تظهر في حالات معدية أخرى كالدرن tuberculosis) . ولفصل الفطر يؤخذ ١ جم من العضو المصاب (كبد – كلي ... الخ) ويخلط مع ٩ مل منقوع مخ وقلب معقم من ١ مل (١٠ مجم / مل) جينتاميسين لتعطي تركيزاً أخيرا ١ مجم / مل للعد البكتيري ، ٠,٢ مل من هذا المعلق تلقح على رقائق دكستروز أجار – ممحوق نرة أجار – مستخلص شعير منبت أجار – محلول سزابك آجار ، وحضن الرقائق على ٣٠°م في الظلام . ولعزل الفطر من الأعلاف يراعي الحرص من زيادة جراثيم الاسبرجلس في مثل هذه المواد فيحذر عند تداولها . وتخلط المكعبات أو الحبوب أو البذور وتعلق في ماء مقطر معقم ويضاف الجنتاميسين للعد البكتيري . وضروري عمل بيئات نقية للتعرف عليها . ورغم أنه تم عزل ٢٧ نوعا فطريا من أعلاف البلطي ، فإن مايسبب المرض منها هي اسبرجيلس فلافوس ، اسبرجيلس نيجر ، اسبرجيلس ترس ، اسبرجيلس يابونيكوس . وفي الحالات الموجبة يلاحظ النمو الفطري بسرعة بعد التحضين لمدة ٤٨ – ٧٢ ساعة حسب نوع وسلالة الاسبرجيلس .



هيفات الاسبرجيلس نيجر تنتشر خلال نسيج كبد معفن (منكرز) كعدوى اولية



بلطى مصاب بالاسبرجيلس فلافوس يوضح عدوى فطرية مثالية تظهر ورما بطنيا ولونا أسود

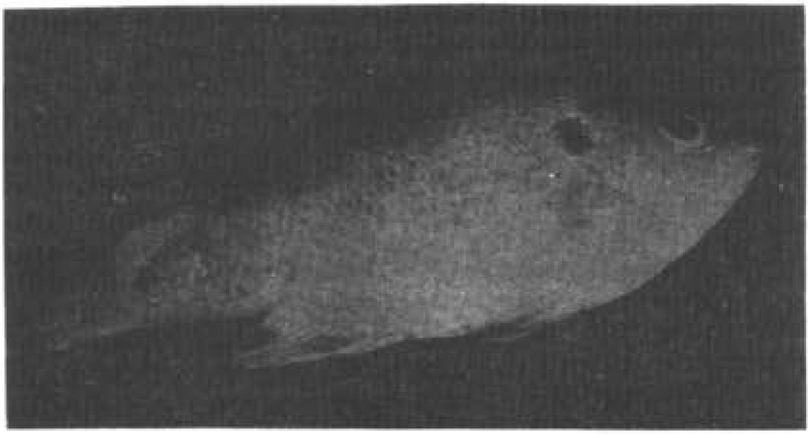
ولقد ظهر أن اسبرجيلس فلافوس له تأثيرات مرضية على السمك أكثر من اسبرجلس نيجر . ووجود النوعين يكون أكثر خطورة عن الإصابة بأى منهما منفردا . وعادة تكون العدوى متعددة الأنواع Polyspecific infections وليست بنوع واحد من الاسبرجلس . وتزداد الآثار المرضية للاسبرجليس فلافوس على ٢٦°م ضعف نشاطها المرضى على ١٨°م بالنسبة للبلطى النيلى الذى يظهر عليه الهزال وجحوظ العينين ، ومحببات ثنائية الطبقات فلها طبقة منكرزة مركزية تحاط بطبقة ثانوية من الخلايا الطلائية حظ هيفات hyphae الفطر فى قطاعات الأنسجة المصبوغة بطريقة) Periodic acid - Schiff و بصبغة جروكوت ميثين أمين الفضة Grocott's methenamine silver .

ويتدخل إنتاج التوكسينات من الاسبرجيلس فى سمية Virulence الفطر وتأثيراته المرضة خاصة فى . ت الحادة . كما يتم التشخيص للعدوى بالاسبرجليس ميكروسكوبيا لعينات من السمك الميت حديثا أو المحتضر moribund بأخذ قطاعات نسيجية مثبتة بالفورمالين ويجرى عليها اختبار فلورسنت الأجسام المضادة fluorescent antibody test (FAT) كما يجرى هذا الاختبار بدون تثبيت بالفورمالين للعينات . ويعطى هذا التكنيك نتائج جيدة باستخدامة الروتينى فى البلطى المستزرع .

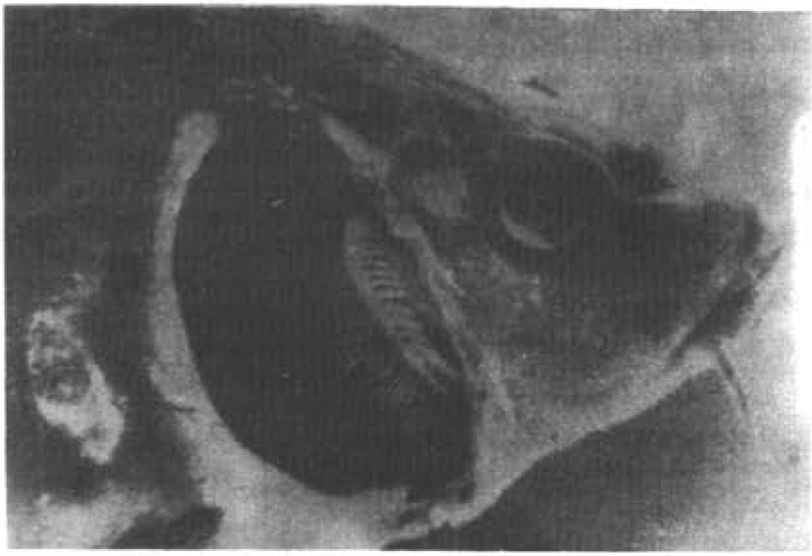
والوقاية من العدوى الفطرية بالاسبرجيلس فى مزارع السمك يجب العناية بجودة رعاية السمك ، كفاية وسرعة تجفيف الأعلاف لمحتوى مائى لايسمح بنمو فطرى ، وفى المناطق الاستوائية مرتفعة الرطوبة تجعل الأعلاف المخزنة تمتص الرطوبة وتكون معرضة للعفن الفطرى لوخزنت لأى فترة تحت ظروف معاكسة . كما أن الحبوب والنقل nuts التى يرفضها الإنسان لغذائه لاينبغى استخدامها كعلف للأسماك . ورغم أن متبقيات الافلاتوكسين وجراثيم الاسبرجيلس المعدية ينبغى إزالتها فى أثناء تكرير الزيت oil refining ، فإن الكسب يحتفظ بسمية متبقية . كما أن نمو الفطر على البذور الزيتية يسبب تغييرات كيماوية غير مرغوبة فى الزيوت فيكون الزيت المستخلص منها ومن النقل العفن ذو جودة منخفضة عما يجب . بعض المكونات (خاصة أكساب البذور الزيتية كالفول السودانى وبذرة القطن) المستخدمة فى الأعلاف المحببة pelleted الحديثة للسمك ، معروف عنها عموما أنها تتلوث باستمرار بالافلاتوكسينات أو جراثيم الاسبرجيلس . ومنتجى أعلاف أسماك البلطى المحببة يضيفون مصادر بروتين نباتى بمستويات متزايدة لارتفاع سعر مسحوق السمك ، فهم مطالبون كذلك بإضافة أحماض أمينية أساسية ، وهذه المكونات يجب اختيارها بدقة وعناية واختبارها إذا ماكانت محتوية فطريات ممرضة أو منتجة للسموم كالاسبرجيلس .

ومن طرق علاج الأعلاف الملوثة استخدام الحرارة العالية فى وجود الأمونيا لخفض تركيز الافلاتوكسين ، والمعاملة باكسيد الايثيلين يحطم الفطر والافلاتوكسينات لكن يحذر من المشاكل الناجمة عن منتجات التفاعلات السامة لأوكسيد الايثيلين ethylene oxide . ولاينبغى اهمال تلوث المعدات والمبانى والحوائط والاسقف ceilings ، إذ أن جراثيم الاسبرجيلس يحملها الهواء وتنتقل لمسافات بعيدة . فالنظافة بالطبع أحد وسائل خفض نمو الفطريات ، كذلك الدهانات المضادة للفطر يجب استخدامها على الحوائط والأسقف وكل المبانى والتركيبات المعرضة للنمو الفطرى ، وعادة يستخدم فى مثل هذه الدهانات

المركبات المحتوية على النحاس ، كما يجب العناية لمنع تلوث الماء بمركبات النحاس لأنها سامة للسمك على مستويات معينة . وتحسين الرعاية والتخزين أكثر تأثيرا عن استمرار العلاج الكيماوى ، إذ أن الوقاية خير من العلاج . ويجب الحذر فى تخزين وتداول ونقل وتجهيز المنتجات المعرضة لخطر الفطر حتى لايغزوها الاسبرجيلس . هذا مع استمرار الاختبار للإصابة بالفطر . ومن أهم الأمراض الفطرية خطورة وانتشارا بين الأسماك المستزرعة يعرف بعفن الخياشيم gill rot الذى تسببه فطريات خيطية Branchiomyces sanguinis والذى يظهر كبقع حمراء على الخياشيم ثم تميل خيوط الخياشيم إلى الون الأبيض الرمادى ثم أخيرا تذبل تاركة الدعامات الغضروفية وبهذا تختنق suffocate الأسماك وتظهر وهى تلهث للهواء عند السطح . ويرتبط المرض بالجو الحار من السنة وبزيادة المادة العضوية كالروث والسباخ والمواد الخضراء



تعفن الجلد الفطرى



مبروك يعانى من عدوى فطرية فى الخياشيم (عفن الخياشيم)

المتعفنة فى الحوض وزيادة كثافة السمك . فهو ربما يلى الانتشار القوى لنمو الهوائم الذى تتجة كتلة إلى الشواطىء والأجزاء الضحلة حيث تتعفن . ويعد ذلك عادة مايحدث عدوى فطرية ثانوية بفطر سابرولجنيا Saprolegnia وهو عفن ماء عذب خاصة المياه العذبة الغنية بالمادة العضوية حيث تعيش هذه الفطريات بشكل رمى saprophytes على متبقيات الغذاء والبيض وجسم السمك الميت وتصيب كل أنواع السمك فى كل الأعمار والبيئات وينمو بشده على الأنسجة المجروحة من السمك . ولاتتلف الخياشيم فقط بعفن الخياشيم بل أيضا الجروح (من أى نوع كالتى تسببها الطفيليات الخارجية) والتى قد تصير موقع للعدوى بالسابرولجنيا التى تبدو كعناقيد من ألياف القطن الرمادية أو البيضاء . ويجب جمع السمك النافق النامى عليه عفن الخياشيم بسرعة قدر الإمكان ويتم دفنها . ولمنع الإصابة بعفن الخياشيم يتجنب وضع المادة العضوية فى الحوض فى أثناء موسم الحر وخفض أو منع تغذية السمك تجنبا لخطر تلف الزيادة من العلف. كما يجدد ماء الحوض ويجير يوميا لترسيب المادة العضوية وجراثيم الفطر ، مع مراقبة رقم pH حتى لايرتفع عن ٩ . ويجب تجفيف الحوض وتجييره بالجير الحى أو معاملته بكبريتات النحاس بمعدل ٨ كجم / هكتار عندما يكون عمق الماء فى الحوض ٥٠. م أو ١٢ كجم / هكتار إذا كان عمق الماء ١م وذلك على ٤ جرعات بين كل منها شهر . ولعلاج السمك تستخدم حمامات برمنجنات بوتاسيوم (١ جم / ١٠٠ لتر ماء) لمدة ٦٠ - ٩٠ دقيقة ، أو حمام ملح ١٠ جم / لتر ماء لمدة ٢٠ دقيقة لصفار السمك أو ٢٥ جم / لتر ماء لمدة ١٠ دقائق للسمك البالغ ، أو حمام كبريتات نحاس ٥ جم / ١٠ لتر ماء ، أو حمام أخضر مالاكيت بمعدل ١ جم / ٤٥٠ مل ماء يؤخذ منها ١ - ٢ مل / لتر كحمام لمدة ساعة . كما يستخدم أخضر مالاكيت لعلاج الأحواض بمعدل ١جم / ٥ - ١٠ م٣ ماء .

الفصل السادس
المقـاومة والعــلاج
Prophylaxis and Therapy

تصيب مسببات الأمراض المختلفة كافة أعضاء جسم السمكة من جلد وزعانف وفتحات (مخرج ، فتحات الخط الجانبي) وعضوى الشم والسمع والعيون والغطاء الخيشومي والخياشيم والفم والجهاز الهضمي بالكبد والبنكرياس والجهاز الإخراجي (الكلى) والعضلات والهيكل العظمي والمثانة الهوائية والجهاز التناسلي والجهاز الدوري والجهاز العصبي . وتحدث هذه الإصابات المرضية أنواعا مختلفة من الأعراض بداية من التسلخات والقروح والدمامل وتكسر الزعانف والغطاء الخيشومي وتلف الخياشيم بما يعيق التنفس ، وانسداد الأنف يعيق الشم لعدم تدفق الماء ، وتبرز العيون وتعتم عدساتها (كاتاراكت طفيلي) وتسبب العمى ، وقد تصيب الجهاز الهضمي وتسده أو تؤدي لالتهاب مخاطيته ونزفها وقد تنتقل منه إلى الجهاز الدوري محدثة تسمما دمويا أو انسدادات في الأوعية الدموية ، وتكسر الطفيليات من خلايا الكبد وتثبط وظائفه مما يؤدي إلى نكرزته وتليفه ، وتتخصص بعض الإصابات في أعضاء معينة كالكلى أو البنكرياس أو الأعضاء المخلقة للدم فتؤدي إلى فشل هذه الأعضاء في وظائفها مؤثرة بذلك على الميتابوليزم والنمو والحيوية والتكاثر (فهناك عقم طفيلي وخصي طفيلي parasitic castration نتيجة إصابة المناسل) وتظهر التشوهات اللونية والحركية والسلوكية والمظهرية وكذا يزداد النفوق . فقد نمت الزراعة السمكية لتصير صناعة معنوية في كثير من أجزاء العالم على مدار الـ ٢٥ سنة الماضية . وفي كثير من الدول النامية أصبح السمك يزرع بكثافة ومعها تزيد الأمراض المعدية Infection Diseases بزيادة كثافة السمك مما يكلف علاجها الكثير . وان كانت المضادات الحيوية Antibiotics مؤثرة على الأمراض البكتيرية Bacterial diseases فإنها قد تسبب مقاومة للمضادات الحيوية في الطفيليات باستمرار استخدامها كما أنه لاتوجد وسيلة كيماوية لعلاج الأمراض الفيروسية Viral diseases . وعليه فالتحصين Vaccination (تطعيم – تلقيح) من الأهمية بمكان . ولإنتاج أى طعم للسمك يتطلب ذلك معرفة الكيمياء الحيوية لمسبب المرض Pathogen والعائل Host .

وسائل التحكم في الأمراض :

١ - الاستبعاد Exclusion بذبح الحيوانات وتطهير أماكنها ، خاصة عند انتشار مرض لم يكن موجودا فى المنطقة من قبل .

٢ - العلاج الكيماوى Chemotherapy باستخدام مركبات مضادة للميكروبات المتواجدة بشكل عدوى بكترية مستمرة ، إلا أنه يخشى من أن هذه المضادات للميكروبات تؤدى إلى خلق سلالات مقاومة للعقار ، ولذا لابد من إجراء اختبارات حساسية للمضادات الميكروبية قبل العلاج لاختيار العلاج الكفء . ويستخدم المضاد الحيوى أوكسى تتراسيكلين عن طريق الفم فى الأسماك (٥٠ مجم / كجم سمك / يوم لمدة ١٠ أيام) أو عن طريق الحقن (١٠ - ٢٠ مجم / كجم عادة مرة واحدة) . ويستخدم العلاج الكيماوى للمقاومة Prophylactically عند وجود خطر عدوى بكترية على مقربة من المزرعة أوعند الانتقال إلى بيئة جديدة أو عدوى ستحل بعد وقت قليل .

أسس الوقاية Principles of prophylaxis :

الوقاية فى الزراعة السمكية تعنى المحافظة على صحة الأسماك من الأمراض ، لذا يعمل على وقف مسببات الأمراض فى الماء من وصولها للأسماك أو يعمل على تجنبها بجعل إحداثها للأمراض صعبا أو غير ممكن . إذ أن غياب المرض مفتاح نجاح اقتصادى للمزرعة السمكية . فهى عملية قتال مابين مسببات الأمراض ومنتج الأسماك ، وتتوقف هذه العملية على الحماية (بقطع سبل مسببات الأمراض إلى الأسماك) والمنع (بمضاعفة السمك فإن انتشر المرض فى خط منها ، وجد خط أخر عالى المقاومة يصعب هجومه) . وبالرعاية الصحيحة يمكن حفظ حالة اتزان بين قطيع الأسماك وبيئته المحيطة ، وإذا اضطرب هذا الاتزان تصير الظروف البيئية غير مواتية ، مما يضر بالأسماك وتنتشر الأمراض لانتشار مسبباتها . فوسائل المراقبة الصحية لاينبغى أن تقتصر على مكافحة أمراض السمك ومقاومة المسببات المرضية ، بل يجب أن تهدف أولا إلى الاتزان مابين قطيع السمك والبيئة ومسببات الأمراض وذلك باشكال الرعاية المثالية . وذلك برعاية حيز الحوض ، وشروط بناء الحوض ، والمياه وجودتها وتدفقها ، وحالة الحوض الغذائية ، وكثافة التخزين للسمك ، وحصاد ونقل وتشتية السمك ، ومقاومة الأمراض .

والخط الأول فى الدفاع هو الحماية Protection :

وحماية السمك تتطلب معرفة بيئته التى يعيش فيها وخلالها ينتقل مسبب المرض ، سواء كانت البيئة البيولوجية أو الطبيعوكيماوية . وللحماية عشر نقاط هى :

١ - مياه خالية من مسببات الأمراض كالماء الأرضى من آبار ارتوازية أو عيون طبيعية (محمية من التلوث) ، ومياه صرف المدن (المعالجة لاستخدام الإنسان بعد إزالة الكلور منها) ، مياه الرى (بعد ترشيحها خلال تانكات ترسيب وترشيح أو خلال رمل وزلط أو فيبر جلاس أو

ماشابهها) . الا أن هذه العمليات لاتناسب مزارع الأقفاص وحقول الأرز وغيرها . وقد تستخدم الوقاية الكيماوية بمعاملة الماء كيماويا ضد مسبب مرض معروف ، لكن لها آثارها الجانبية . فقد يستخدم الفورمالين بتركيز ٢٥٠ جزء / مليون ١ - ٢ مرة أسبوعيا كغسيل أو بتركيز ٥٠ جزء / مليون بتدفق ثابت للحماية من البروتوزوا والمونوچينيا ، وقد ينصح باستخدام مركبات أمونيا رباعية ضد عدوى بعض myxobacteria ، وهناك مضادات حيوية وعلاجات تستخدم بانتظام (sulphas) بغرض الوقاية .

٢ - غذاء خالي من مسببات الأمراض من خلاء الماء الخالي من مسببات الأمراض فينتج غذاء طبيعي خالي الأمراض . والغذاء الصناعي ينبغي ألا يكون مصدر خطر على الصحة ، خاصة وأنه يحتوى على مخلفات أسماك قد لاتكون معاملة بكفاية مما يجعلها حاملة لمسببات أمراض . وقد تستخدم القواقع الطازجة كغذاء فتكون مصدر عدوى بالتريماتودا التى تعمل كعائل وسيط لها . كما أن الإنتاج المزدوج كما فى السمك / دواجن فإن الطيور تعمل كعائل لبعض مسببات أمراض السمك ، واستخدام مخلفات الدواجن الناتجة من تغذية الدواجن على مخلفات مزرعة السمك يعيد الطفيل ثانية للسمك فتكون دوره العدوى مستمرة . لذا ينصح بتجنب تغذية السمك على مخلفات الدواجن والسمك الطازج بل ينبغى أخذ الأحتياطات لمنع تلوث الغذاء الصناعى بمسببات الأمراض ، سواء فى إعداده أو تخزينه أو تقديمه .

٣ - المراقبه الصحية hygiene بتطهير المكان والأدوات والسمك . وذلك بحفظ نظافة الماء وقاع الأحواض ، وصرف وتجفيف الأحواض على فترات ، وتنظيف المصارف ، وتجيير الأحواض ، وإزالة الأسماك الميتة بانتظام ، ومراقبة النباتات المائية بانتظام . ولعدم نقل مسببات الأمراض من حوض لآخر يجرى تطهير الشباك والجرادل وغيرها من الأدوات عقب كل استخدام أو تخصص كل مجموعة أدوات لحوض دون أن تخلط بأدوات الأحواض الأخرى . كما يطهر العمال انفسهم بالغسيل بالماء والصابون سواء للأيدى أو للأرجل عند الحركة من حوض لآخر . كما تطهر الأسماك كلها ، سواء الأقل من السنة أو الأكبر أو البياضة ، وذلك مرتان فى العام ، باستخدام حمامات من كلوريد الصوديوم ٥٪ لتغطيس ٣ - ٤ دفعات من السمك كل منها ٣٠ كجم لمدة ٥ دقائق ثم يغير المحلول ، ثم تنقل الأسماك إلى تانكات ماء جارى لمدة ساعتين لإزالة أى طفيليات مازالت حية قبل نقل الأسماك إلى أحواضها . وبالنسبة للمونوچينيا مثل Dactylogyrus قد تستخدم حمامات أمونيا (١٠٠ لتر ماء + ٢٠٠ مل أمونيا سائلة ٢٥ ٪) لمدة دقيقة للمبروك على ٧ - ١٨ °م أو نصف دقيقة على ١٨ - ٢٥°م ، ويستخدم المحلول لدفعتين سمك كل منها ٣٠ كجم ثم يعاد تحضير محلول آخر طازج ويغير كل ٣٠ - ٤٠ دقيقة ، وليس ضرورى غسيل السمك فى ماء جارى بعد المعاملة بالأمونيا ، ويجب تحديد التركيز ومدة التعرض بدقة على كميات صغيرة قبل استخدامها للقطيع ككل ، إذ أن التركيز

التركيز والمدة ودرجة الحرارة عوامل هامة فى التطهير بالأمونيا . هذا وقد تستخدم كبريتات النحاس ، برمنجنات بوتاسيوم ، ليسول ، أخضر مالاكيت ، بوتاسيوم فيوليت قاعدى للوقاية من البروتوزوا الهدبية مثل Chilodonella , Trichodina , Ichthyophthirius . وترش الصبغات تحت ضغط مباشرة على الحوض من مسافة ١٠ – ١٥ سم والمدة والتركيز يتوقفان على درجة الحرارة ، فيجب تقديرهما تجريبيا لكل نوع ومدى حرارى .

٤ – **التحكم فى الأسماك البرية** حتى لاتتصل بالأسماك المستزرعة ، فالأسماك البرية غالبا ماتحمل مسببات الأمراض فتسبب أضرار وخيمة للأسماك المستزرعة فى عشائر عالية الكثافة. لذا توضع على مدخل ومخرج المياه (للأماكن المتحكم فيها كالأحواض) مصافى لمنع دخول الأسماك البرية لقطيع السمك المستزرع . كما تتخذ جهودا عظيمة لمنع الأسماك البرية من الاتصال بالأسماك المحبوسة فى أقفاص أو فى حقول الأرز .

٥ – **التحكم فى العائل** Vector والآفات Pest ، رغم تعقيد علاقة السمك بالكائنات الحيوانية الأخرى ، فهناك ٣ أنواع من مسببات الأذى للسمك يمكن تمييزها وهى : حيوانات تعمل كعوامل وسطية للطفيليات التى تكمل دورة حياتها فى السمك أو للطفيليات التى تكمل دورة حياتها باستخدام الأسماك كعوامل وسيطة لها . وحيوانات تعمل كعوائل vectors وآفات .

أ – فالمجموعة الأولى تمثلها القواقع كعوائل وسيطة للتريماتودا ، كما تمثلها الطيور المائية كعوائل لمختلف الديدان التى تستخدم السمك كعوائل وسيطة . لذا يجب جمع القواقع باستمرار وقدر الإمكان وإبادتها ، وعند شدة الإصابة قد تستخدم مبيدات الحيوانات الرخوية molluscicides . وتقاوم الطيور المائية بصيدها إذا لزم الأمر بإطلاق الرصاص ، أو باستخدام خيال المآتة . زرق الطيور بما يحمله من مراحل معدية من الطفيليات يجب إزالته ومعادلته بتطهيره . كما أن الضفادع تحمل بعض مسببات الأمرض للسمك مثل Copepod المسمى Lernaea لذا يجب عزلها عن الأحواض السمكية .

ب – من أفضل أمثلة العوائل Vector الناقلة لمسببات الأمراض للسمك هى العلق leech المشتركة فى نقل فيروس الأنيميا النزفية وبروتوزوا الدم cryptobia . كما أن الديدان تتغذى كذلك على السمك فلها تأثير مباشر موهن للصحة خلاف نقلها للأمراض . وأكفأ مكافحة للديدان هى بإزالتها يدويا كما فى القواقع ، وفى الإصابة الشديدة بالتجفيف والتجيير . وطفيل قشرى يطلق عليه Argulus عبارة عن عائل قوى للأمراض . ويمكن افتراض أن كل الطفيليات الماصة للدم تستطيع العمل كعوائل ، لذا وجب الاهتمام بمراقبتها مثل هذه الطفيليات .

جـ - النمو المتزايد للحيوانات والنباتات المائية (البلانكتون القاعدى) قد يسبب أضرارا للسمك ، كما أن بعض القشريات وبيدان الحشرات أكلة اللحوم والطحالب تعرف بخطورتها الشديدة . فتيارات الطحالب والبلانكتون الحيوانى تؤثر مباشرة على الزريعة وتدهور البيئة وقد تؤدى إلى ضغوط مميتة . لذلك فالتحكم فى البلانكتون ممكن وفعال بتكرار تجفيف أحواض الحضانة .

٦ - قوانين حركة السمك (استيراد ، تصدير ، توزيع) تنظم إشراف السلطات الصحية على السمك عند نقله لأن استزراع أسماك مصابة يضر بالإنتاج .

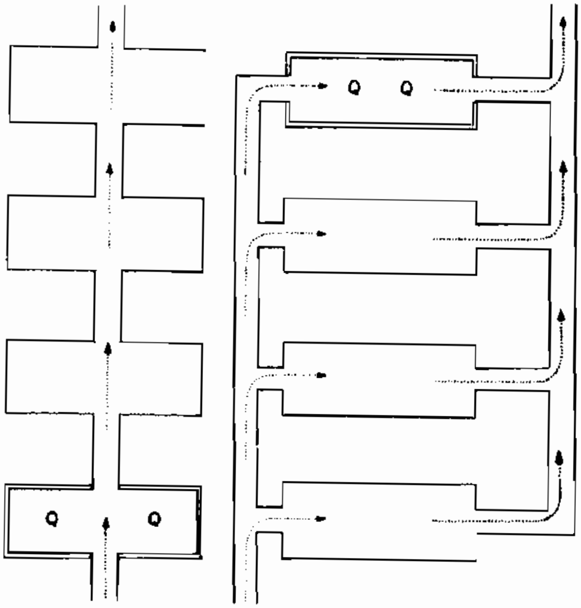
٧ - الحجر البيطرى Quarantine بمعنى فترة عزل للقطيع حديث الاستزراع حتى يمكن عزل أى مسببات أمراض واردة مع هذا القطيع وتلاشى خطرها ، وهو سلاح قوى تقوم به السلطات الصحية للسمك ، وكذلك أى منتج . وفترة العزل هذه ينبغى أن تزيد عن أطول فترة حضانة للأمراض . وقد أوصى الروس بفترة حجر بيطرى سنة بينما يرى آخرون أنها قد تقل كثيرا عن سنة فى المناطق الحارة . ويجب أن يكون حوض الحجر معزولا بأمان طوال هذه المدة ، وأن يكون تحت التيار بالنسبة لكل الأحواض الأخرى لتقليل خطر انتقال الأمراض إليها . كما قد تكون أسواق السمك مراكز لانتشار الأمراض ، لذا يجب تطهير السمك عند وصوله إلى السوق وبذلك نحطم معظم الطفيليات الخارجية الخطيرة باستخدام تكنيك الحمامات التى يجب تحديد درجة حرارتها ومدتها لمديرى الأسواق .

٨ - مسح وقائى منتظم للكشف عن الحالة الصحية قبل أن تتفشى الأمراض ويصبح من الصعب علاجها بدون خسائر اقتصادية خطيرة . لذلك تجرى ٣ - ٤ زيارات سنويا لعمل هذا المسح ، وعموما تتوقف تكرارها على وفرة العمالة والإمكانات .

٩ - استقلال مصدر المياه لكل جزء منفرد ، لأنه رغم كل الجهود قد ينتشر المرض ويكسر حاجز خط الدفاع الأول ، لذا يعمل على تقليل حدته باستقلال مصدر المياه أى لايمر الماء المنصرف من حوض إلى حوض آخر بل يمر الماء من قناة توزع الماء على الأحواض كل على حدة ، حتى لاتنتقل الأمراض من حوض لآخر مع الماء . وبهذا يمكن فصل أى جزء من المزرعة إذا انتشر فيه مرض .

١٠ - فصل الأعمار ، إذ بنمو السمك تزيد فرص إصابته لزيادة فترة تعرضه ، وفى نفس الوقت تزداد مناعته ,يبنى نظم دفاعه ، وهذا يجعله حاملا لمسببات الأمراض رغم عدم تسببيبها للأمراض ، واتصال مثل هذه الأسماك بالسمك الأصفر التى مازالت حساسة قد تؤدى لانتشار مخاطر . فالأسماك البياضة Spawners تحفظ دائما منفصلة عن الأسماك الأصغر . ولما كانت الأمهات تحفظ فى أحواض البيض عدة أيام تكفى لنقل الأمراض إلى الفقس الجديد ،

فإن التفريخ الصناعى يمكن من التغلب على هذا الخطر بالتبويض الصناعى (بحقن الأمهات بمستخلص النخامية) والتحضين للبيض فى أوانى خاصة ذات ماء جارى ثم نقل اليرقات إلى أحواض حضانة . بينما البيض طبيعى الوضع على مواد مناسبة يمكن جمعه وتطهيره ونقله إلى أحواض حضانة ، كأسلوب لحماية صغار السمك من اتصالها بأمهاتها .



مقارنة بين نظم توزيع الماء على الأحواض السمكية (Q) حوض حجر بيطرى

وخط الدفاع الثاني هو المنع Prevention :

ببناء أسماك قوية ذات مقاومة للأمراض ، فمسبب المرض الداخل لسمك مقاوم لاينمو فيه طبيعيا ولن يقدر على إحداث المرض بصورته المرضية . وأسلوب النجاح بسيط وهو إمداد السمك بكل احتياجاته خاصة البيئة المناسبة ، والغذاء الكامل نوعيا ، وتجنب الضغوط . وفيما يلى سبل أو عناصر خط الدفاع الثانى :

١ - الماء الذى يتطلبه السمك لسلامته ودوامها هو ماء خالى من الأمراض ، ويتوفر فيه الاحتياجات الخاصة بالنوع من درجة حرارة وأوكسجين ونقاوة . فيجب أن يكون هدف منتج السمك إمداد السمك بنظام ماء مثالى وليس احتياجات الحياة فقط ، إذ ينبغى توفر الخبرة للكشف عن الحد الأدنى والحد المثالى لكل نوع .

٢ - الغذاء بنوعه الصحى يتطلب بكميات كافية فى المزارع السمكية منعا من انتشار أعراض النقص الغذائية التى تقلل مقاومة السمك للأمراض بل تؤدى للأمراض .

٣ - كثافة العشيرة عندما تزيد فتقل المصادر المختلفة لمفرداتها ، وإن كانت بعض المصادر

(كالغذاء) يمكن إضافتها صناعيا فإن المصادر الأخرى صعبة أو مستحيلة التحسين ، فمن الصعب زيادة أوكسچين الماء ومن المستحيل إضافة مساحة أو حيز فزيادة التخزين يحدث منافسة بين أفراد السمك يعقبها ضغوط تسهل انتشار المرض . وهناك أمراض يتوقف انتشارها على كثافة التخزين إذ بانخفاض المسافة بين أفراد السمك يسهل انتقال المرض فيما بينها وذلك للكائنات الحية الدقيقة والطفيليات ذات دورة الحياة المباشرة كالبروتوزوا والديدان والقشريات خارجية التطفل .

٤ - تجنب الضغوط المتكررة التي تزيد التنبيه وتستنفذ الطاقات وتضر بالدورة الدموية والهضم والعضلات والأعصاب والغدد الصماء والمناعة وتفتح الطرق للأمراض . الظروف البيئية (الماء) غير المواتية قد تؤدى إلى الضغوط ، وكذلك عدم وفرة الغذاء ، وتداول السمك بواسطة الإنسان، لذا يجب تقليل مسك الأسماك قدر الإمان ، وإذا أمسك بها فيكون برفق ، ويجب تقصير فترة وجودها خارج المياه ، مع تصميم أدوات النقل (شباك وملاقف وغيرها) بحيث لاتحدث جروحا وفقدا للقشور ، وعند النقل لمسافة طويلة يجب توفير ظروف مناسبة من أوكسچين وخلافه ، مع وجود تدرج اختلاف الظروف (حرارة ، أوكسچين ، ملوحة) عند نقلها من موقع لآخر لتجنب الصدمات المفاجئة .

٥ - التحصين Immunization تحتوى الأسماك على بروتينات جليكوچينية طبيعية التواجد (تختلف عن جلوبيولينات المناعة) تتفاعل مع مختلف الأنتيچينات (أميونوچينات) وقد تظهر نوع من المناعة ضد العدوى الطبيعية ، فتتكون الأجسام المضادة فى سلوكها مع الأجسام المضادة المناعية أو الجلوبيولينات المناعية ، وتتفاعل تقاطعيا مع أجزاء كربوهيدراتية متخصصة على الجدر الخلوية البكتيرية وكرات الدم الحمراء وانتيچينات خلوية أخرى معينة نظرا لوجود محددات انتيچينية مماثلة . وقد حددت هذه الأجسام المضادة فى السمك على أساس وظيفى أكثر منة تركيبى . وهذه المواد المناعية شبيهة الأجسام المضادة منخفضة الدرجة طبيعية الحدوث تشمل بروتينات ، ليسوزيم lysozyme وكيتيناز Chitinase ، انترفرون interferon ، اجلوتينينات agglutinins ، ليسينات lysins، بروبردين properdin ، برسيبيتينات precipitins ، وجزيئات تشبه اللكتين lectin غير جلوبيولينية مناعية . وبجانب هذه المواد غير الجلوبيولينية المناعية ، فهناك كذلك جلوبيولينات مناعية طبيعية تم اكتشافها فى الأسماك . علاوة على ذلك ، يحتوى المخاط على مواد بيوكيماوية قادرة على التفاعل ضد الكائنات المعدية ، وبالتالى تعطى العائل نظاما دفاعا فوريا .

التطعيم Vaccination يستخدم للتحكم فى الأمراض ، والطعم قد يكون بجرثومة حية مضعفة أو بجرثومة ميتة أو مستخلصها وينبغى فى الطعم أن يكون مأمون الاستخدام ويعطى مقاومة وحماية للعائل ضد مسبب المرض . والمقاومة تكون عن طريق الخلايا الليمفاوية lymphocytes الحاملة لجوانب التعرّف على الانيتچينات antigen والتى تنبهها الانيتچيات فتنضج إلى خلايا مؤثرة (خلايا بيتا تصبح خلايا بلازما منتجة لأجسام المضادة . فالمقاومة هى مقاومة سوائل الجسم humoral inmmunity عن طر تعاون خلايا (بيتا / و (تى) T & Bcells الليمفاوية البانية للاجسام المضادة antibodies المنا للانيتچينات المنبهة . وهى مقاومة بواسطة خلوية cell-mediated immunity بواسطة خلايا (تى) الليمفاوية وهى خلايا قاتلة (بالاتصال الطبيعى بالخلايا المسببة للمرض) ملتهمة (ومحاربة للعدوى غير النوعية) أى مقاومتها موجبة ، أو خلايا مثبطة suppressor cells أى مقاومتها سالبة بوقف التفاعلات . والطعم يعطى عن طريق الفم أوبالحقن أو بالغطس أوبالرش وفى مجال تحصين الأسماك لايوجد فى السوق سوى طُعمين للاستخدام التجارى ضد الفيبريوزس vibriosis والفم الأحمر المعوى enteric redmavth (ERM) وڤاكسينات أخرى تحت التجريب . وأول طعم ظهر على مستوى تجارى للأمساك فى عام ١٩٧٦ فى الولايات المتحدة ضد مرض الفم الأحمر المعوى . والتحصين الفمى أسهل أداء ويناسب كل أحجام السمك دون إحداث ضغوط على السمك بمسكه وحقنه وإن كان الحقن فى الغشاء البريتونى أكثر تأثيرا . وطريقة الغطس immersion فى التحصين سريعة (عدة ثوان) وسهلة وقد دخلتها الآلية ، فهناك آلات التحصين بالغمر إلا أنها تستهلك كما كبيرا من الطعم vaccine ، وتتطلب إغناء الماء بالأوكسچين . ورش spray الطعم ليس له مزايا على طريقة الغمس أوالغمر أو الغطس إلا أنها تؤدى إلى ضغوط stressful على السمك .

وعند التحصين يجب تقليل الضغوط Stresses على السمك والتى تخفض المقاومة اساسا ومن امثلة الضغوط زيادة كثافة السمك فى وحدة حجوم الماء أو افراز بعض الأنواع السمكية لفرمونات Phermones عند ازدحامها فتؤثر على الأنواع الأخرى ، بجانب خفض الأوكسچين او زيادة الأمونيا المفرزه من السمك والاجسام المعلقة بالماء فكلها ضغوط تثبط من المقاومة بواسطة هرمونات اهمها الكورتيكوستيرويدات Corticosteroids . وعند التحصين يجب ان تكون الأسماك فى حالة صحية جيده وتحت ظروف غذائية جيده خاصة من حيث العناصر المؤثره على المقاومة مثل ڤيتامين ج وڤيتامين هـ .

إذ أن ڤيتامين ج بكم أكبر من الاحتياجات الغذائية يزيد مقاومة إصبعيات القراميط ضد العدوى البكترية . والجرعة العادية من ڤيتامين ج ٣٠ - ٣٠٠ مجم / كجم عليقة . والجرعة المضاعفة (٣٠٠٠ مجم / كجم عليقة) تزيد معنويا من استجابة الأجسام المضادة بينما نقصه يخفض من نشاط الخلايا الليمفاوية الملتهمة phagocytes ضد الخلايا البكترية . كما أن نقص ڤيتامين هـ فى عليقة التراوت ١٢ - ١٧ أسبوعا تخفض من استجابة الأجسام المضادة رغم أن السمك بدا صحيحاً ولم يتأثر معدل النمو أو المقاييس البيوكيماوية عنها فى المقارنة . أى أن المستوى العلوى من ڤيتامين هـ فى العلائق التجارية (٧,٥ - ٤٠ وحدة دولية / كجم عليقة) ربما غيركاف لمقاومة مثلى . كما أن الملوثات (من عناصر ثقيلة أو مبيدات وخلافها) تؤدى إلى زيادة الحساسية لمختلف الأمراض فى مختلف أنواع السمك . وتتوقف استجابة المقاومة للأمراض على عوامل أخرى تتعلق بالطعم ذاته من حيث جرعة الانتيچين وطبيعته وطريقة توصيله للسمك بجانب المواد المساعدة adjuvants ومنشطات المقاومة immvnostimulaant's الأخرى التى تحقن فى السمك أو يغطس السمك فيها أو تعطى إليه بالفم arally .

يعد السمك بالاجسام المضادة (الفعالة ضد أمراض معينة) بتشجيع تكوينها فى غياب العدوى فتقوى قدرة السمك على صراع مسبب المرض أى تقوى مناعته بقدرته على معادلة الانتيجينات التى تنتجها مسببات الأمراض . فالتحصين هو عملية إدخال بروتينات مرضية فى شكل آمن (مسبب المرض فى شكل ضعيف أو ميت) تشجع إنتاج الأجسام المضادة . ويتم التحصين فى السمك رغم صعوبته إما بالحقن الفردى أو بإضافة الفاكسين للغذاء . والحقن لايتم إلا فى المجاميع البسيطة العدد عالية القيمة كالأمهات البياضة . وإضافة الفاكسين فى الغذاء لايضمن حصول كل سمكة على القدر اللازم من الغذاء بالقدر اللازم من الفاكسين ، كما أن الفاكسين قد يخرج من الغذاء ولوجزئيا ويعلق فى الماء ، لذلك فالتحصين الفمى أقل كفاءة عن التحصين المباشر فى الأنسجة (الحقن) . ومن الطرق الحديثة فى التحصين طريقة أسموزية بوضع السمك فى وسط عالى الأسموزية فيفقد من سوائل جسمه ، ثم ينقل إلى وسط منخفض الأسموزية يحتوى الفاكسين فيمتص السائل بالفاكسين بسرعة . كما يستخدم الرش بالضغط العالى الذى يخترق الجلد مما يؤدى إلى سرعة التحصين مع خفض الضغوط الناتجة من العملية وكذا قلة تكاليف العمالة . ومازال التحصين فى الأغراض العملية للزراعة السمكية الكبيرة محدود القيمة كوسيلة لحماية السمك من الأمراض .

٦ - الوراثة تلعب دورا ، فبينما قطيع أسماك يكون مقاوما لمرض ، نجد أن قطعانا أخرى من نفس النوع تقع فريسة لهذا المرض . فالقطيع الأول أكتسب مناعة لمرض معين نتيجة طول فترة وجود المرض والتفاعل معه . مما يجعل السمك ذو مناعة وتحمل . كما أن بعض القطعان لها تحمل طبيعى للمرض . فيمكن للمربى أن ينتخب من القطيع حسب مستوى التحمل المطلوب باختيار السمك الأسرع نموا ، ولكنها كطريقة لمنع المرض تعتبر طويلة وتتطلب كثيرا من العمل .

المقاومة والرقابة الصحية والتطهير فى مزارع السمك :

Prophylaxis , hygiene and disinfeclion in fish culture :

أفضل وسائل التحكم فى الأمراض فى المزارع هى المقاومة والرقابة الصحية وأحيانا يتطلب الأمر تطهير الأحواض .

١ - **الرقابة الصحية والمقاومة** : فى الحرب ضد أمراض الأسماك فإن أفضل شيء هو محاولة منعها لأقل عدد ممكن علاجه . ولذلك فأول شيء هو ضمان جودة ماء الحوض لتجنب مخاطر نقص الأوكسچين والتلوث . مع صيانة الحوض وإزالة النباتات الضارة . إعداد القاع والمصارف لضمان كمال تفريغ الحوض من الماء . تجفيف الحوض بانتظام حتى يمكن تطهيره بالتجيير . مع منع الأسماك البرية من دخول الحوض بواسطة مصافى مصارف . حفظ الأسماك فى أفضل ظروف ممكنة بتجنب التخزين الكثيف والطويل والتداول والنقل غير الضروريين . ضمان وجود قاعدة غذائية طبيعية مع تجنب الإفراط فى التغذية الصناعية . يجب الاعتماد على فقس نفس المزرعة وإلا فيجب ضمان مصدر الزريعة أن تكون من مزارع سليمة ، كما أن مصدر ماء الحوض لاينبغى أن يكون ناتج تغذية أحواض أخرى . وعند انتشار مرض

ما فإن السمك النافق والسمك شديد الإصابة يجب إزالته من الحوض وحرقه فى جير حى ، مع تطهير الأحواض المصابة ، والأدوات المستخدمة من شباك وأحذية وخلافه تطهر دوريا بمحلول بنزالكونيوم كلوريد Benzalkonum chloride تركيز ٦٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون من المكون النشط .

٢ - **تحطيم طفيليات الجلد الخارجى والخياشيم** : إذاكان صعب مكافحة الطفيليات الداخلية فإنه من السهل تحرير السمك من الطفيليات التى تصيب الجلد والخياشيم بمختلف أنواع الحمامات التى تستخدم فيها الجير الحى أو ملح الطعام أو كبريتات نحاس أو برمنجنات البوتاسيوم أو أخضر الملاكيت أو الفورمالين ، وغيرها كثير كالكوينين واللندان وتريبو فلافين وكلورامين وبنزالكونيوم كلوريد .

وعموما فإن حمامات ملح الطعام كوسيلة وقائية ضرورية للأسماك قبل تخزينها بالأحواض لقتل عديد من أنواع الطفيليات الخارجية كما تفتح شهية السمك للأكل . ويجرى ذلك فى تانكات مع زيادة الهواء أوالأوكسچين فى أثناء الحمام ويجرى لمدة ١ - ١,٥ ساعة فى وجود ١ - ٢ كجم ملح فى ١٠٠ لتر ماء .

٣ - **تطهير التانكات والأحواض الملوثة بالأمراض الوبائية** : يجرى عادة بالجير الحى وأحيانا بسياناميد الكالسيوم أو برمنجنات البوتاسيوم .

أ - التطهير بالجير الحى أو السياناميد يفضل للأحواض والتانكات الكبيرة ذات القاع الطبيعى ، فتفرغ المياه وفى أثناء بلل القاع يجرش الجير الحى وينثر بنسبة ١٠٠ جم / م٢ (طن / هكتار) وتفتح المياه ببطء تى تصير لبنية milky وتترك ١٥ يوما ثم تصرف ويعاد ملؤه بالماء النقى . وإذا كان صعبا نثر الجير الحى فيمكن إبداله ببياض الجير limewash (جزء من جير حى مائى / ٤ أجزاء ماء) الطازج . ويستخدم سياناميد الكالسيوم للتطهير ضد مرض الدوران whirling disease خاصة .

ب - التطهير ببرمنجنات البوتاسيوم بمعدل ١ جم / ١٠٠ لتر ماء للتانكات الصغيرة وإذا كان لايمكن إزالة السمك فتستخدم حمامات أضعف تركيزا ١ جم / ٢٠٠ لتر فتتحمله الأسماك لمدة ساعة . وفى حالة الأمراض البكتيرية يستخدم كلوريد بنزالكونيوم ٦٠٠ جزءا فى المليون .

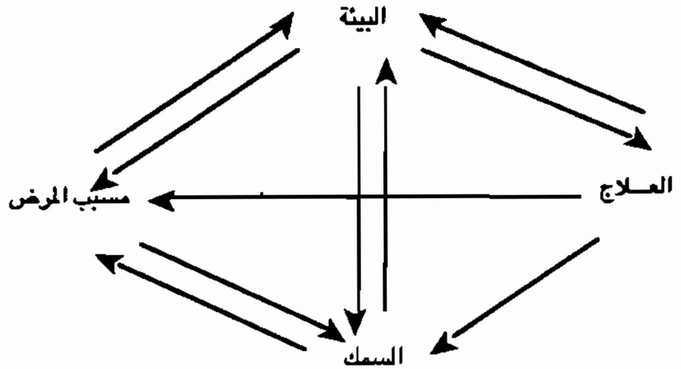
٤ - **إرسال السمك للفحص المرضى** : من المرغوب إرسال السمك للمعامل للفحص حية لملاحظة العلامات المميزة للأمراض . وإذا ماتت فينبغى أن تكون طازجة عند وصولها ، والسمك الميت لاينتقل فى الماء أو يعبأ فى الأوراق أو البلاستيك بل ينبغى لفة فى أوراق شجر غضة . وإذا طالت مسافة النقل فيعبأ فى مادة غير منفذة مع ٤٪ فورمالين أ وتلف بورق غض فى إناء

به ثلج مع سرعة النقل. والسمك لامريض أو الميت يرفق معه تقرير بتفاصيل وصف الماء والتغذية الصناعية المستخدمة والأنواع والأحجام المصابة والعلامات المرضية وسلوك السمك وبداية وتطور المرض والنفوق . وفى حالة التلوث فإن التحليل الكيمائى للماء ضرورى بينما لايفيد فى هذه الحالة كثيرا فحص السمك الميت . فينبغى سرعة أخذ عينة ماء فى عدد من أوانى العينات النظيفة من مصادر التلوث وبعيدا عنها وأماكن موت السمك مع تسجيل درجة حرارة الماء وتسجيل الأسباب المحتلة وسلوك السمك ومظاهر الفم والخياشيم والجلد .

أساسيات العلاج Principles of therapy :

يتوقف علاج السمك من مرض ما على مسبب المرض والسمك والعلاج المستخدم . فعلى أساس طبيعة مسبب المرحه يتم اختيار العلاج المميت لهذا المسبب المرضى ، لكنه ينبغى ألا يضر بالسمك ، لذلك فاختيار العلاج ليس بالأمر الهين لأن كلا من مسبب المرض والسمك كائنات حية ، لذلك يحدد نوع العلاج وجرعته بحرص شديد ، مع عمل حساب معامل أمان متسعلتجنب الحوادث . وعند اختيار العلاج يؤخذ فى الاعتبار مدى تحمل السمك للعقار الذى يختلف حسب لأنواع وحسب حالة السمك فكلما ضعف السمك لمرضه قل احتمالة للضغوط ، والعلاج الفمى قليل القيمة للسمك الصائم نتيجة العدوى ، والسمك الضعيف أقل تحملا لانخفاض مستوى الأوكسجين ، والسمك الصغير ربما يكون أكثر حساسية للعلاج من السمك الأكبر .

واختيار مادة العلاج وطريقة استعمالها يتوقف على طبيعتها وطريقة عملها فالمادة اللازمة للوصول ولعزل مسبب مرضى داخلى (خاصة مايعيش فى الأنسجة) تختلف فى خواصها المادة اللازمة لعلاج طفيل خارجى . والمضاد الحيوى الجهازى ينبغى أن يكون له فعل معتدل تتحمله الأسماك ، وإن كانت المواد الأكثر سمية مقبولة للاستخدام الخارجى قصير المدى . وبعض المواد كالترامسين (من التراسيكلينات) تمتص جيدا من الأمعاء فيمكن تناولها فميا ، بينما مركبات أخرى مثل ستربتوميسين لايمتص فلا يستخدم للعلاج الداخلى . وقد يؤثر العلاج مباشرة على مسبب المرض أو أن يؤثر بطرق غير مباشرة (عبر السمك أو البيئة) عليه كما يوضح ذلك الرسم التالى :



تداخل العلاقة بين السمك ومسبب المرض والبيئة والعلاج

ويقدم العلاج إما فى الماء أو فى الغذاء أو مباشرة فى السمك .

أولا : إضافة الكيماويات إلى الماء :

لايمكن تقدير كمية العقاقير اللازم إضافتها للبيئة لضمان وصول الكمية المطلوبة للسمك ، للتخفيف الحادث من جهة ، ولاختلاف تركيب العقار لتداخله مع الماء . ويعمل العقار على مسببات المرض وعلى السمك وعلى الكائنات الأخرى فى البيئة . ولتجنب ذلك فإنه من الضرورى نقل السمك إلى تانك صغير للعلاج. وقد يستخدم علاج الأحواض للتحكم فى الطفيليات الخارجية باستخدام المبيدات الفعالة ، لكنها تؤدى إلى خفض إنتاج الحوض لتأثير المبيد على كائنات كثيرة ، لكنها للضرورة .

وعند اختيار العلاج ينبغى أن يتوفر فيه :

١ - أن يكون الفارق بين الجرعة المميتة منه لمسبب المرض وتلك المميتة السمك على الأقل ١ : ٤ .

٢ - أن يكون سهل الذوبان فى الماء .

٣ - أن يكون رخيص السعر .

٤ - ألا يكون تأثيره شديدا على إنتاجية الحوض .

٥ - أن يكون سريع التكسر (الهدم) بيولوجيا .

وعند إضافة الكيماويات إلى الماء تؤخذ الاحتياطات التالية :

١ - عدم تغذية السمك قبل العلاج بمدة ٢٤ ساعة .

٢ - تستخدم جرادل (للخلط) بلاستيك ، ولاتستخدم الأوانى المجلفنة .

٣ - التأكد من أن حسابات الجرعات معتمدة على المعدلات الدقيقة لتدفق الماء والحجم الفعلى المستخدم من الحوض .

٤ - تجرى المعالجة فى الوقت من اليوم حيث أقل درجة حرارة .

٥ - عادة تجرى المعالجة أوليا على عدد بسيط من السمك قبل إجرائها على المستوى العام .

٦ - لاتجرى المعالجة على المستوى العام إلا بعد ١٢ - ٢٤ ساعة للتأكد من نجاح المعالجة المبدئية التجريبية على العدد البسيط من السمك .

٧ - لاحظ السمك باستمرار فى أثناء العلاج لتكون مستعدا لوقفة إذا لزم الأمر وتعديل البيئة لظروفها الأصلية (بضخ ماء نظيف ، ودفع أوكسچين إلى الماء وغيره) لرفع الضغوط من على السمك .

٨ - يكرر العلاج فقط إذا كان ذلك ضروريا ولكن ليس قبل ٣٠ ساعة من أول علاج .

فالصيام قبل العلاج يخفض استهلاك الأوكسچين وانتاج الأمونيا ، إذ أن عديدا من الكيماويات المستخدمة فى العلاج لها خواص خفض أوكسچين الماء ، والسمك الذى يعانى من ضغط (العلاج والمرض) يلزمه أوكسچين أعلى من احتياجاته الدنيا . والأمونيا تؤدى إلى إحداث ضغط كذلك على السمك . وعسر المياه تؤثر على العلاج ، فالماء العذب منخفض pH يزيد سمية الكيماويات . والسمك ذو الخياشيم الرديئة الحالة ربما يشير إلى عدم تحمله للعلاج .

وتختلف طرق استخدام الكيماويات حسب طبيعتها وحسب تصميم وحجم الحوض وحسب مسبب المرض كالتالى :

١ - بتدفق التركيز اللازم من مادة العلاج فى الماء ، بإضافته باستمرار لمدة محددة ، وهذا يناسب بطاريات الأحواض ذات الماء من مواسير أو قنوات . ولايتطلب سوى آلة ذات رأس سيفون ثابتة أو مضخة تضخ حجما ثابتا . وتستخدم مثلا فى علاج الطفيليات الخارجية بالفورمالين .

٢ - دفع أحجام بسيطة من الكيماويات المركزة على فترات مع الماء الداخل ، فيخلط العقار ويخفف ويوزع على الحوض فى تيار الماء ، ورغم فائدة الطريقة إلا أنها أقل فى درجة تحكمها لاستمرار تخفيف العقار ، وتؤدى إلى عدم تجانس التركيز . وعموما يستخدم الفورمالين بهذه الطريقة كذلك لعلاج الطفيليات الخارجية .

٣ - توزيع الكيماويات من قارب عند اتساع المساحة وعدم إمكان استخدام تيار الماء لتوزيع العلاج ، فيحمل الفورمالين على قارب ويخفف بالماء (١ : ٥) قبل توزيعه على الحوض . كما تستخدم برمنجنات البوتاسيوم بنفس الطريقة .

٤ - الرش يستخدم فى الأحواض الصغيرة باستخدام الرشاشات الزراعية أو بالنثر باليد . وتستلزم أيضا حساب حجم الماء ، وهى غير دقيقة فى استخدام الكم المطلوب بالضبط من الكيماويات .

٥ - تعليق سلال أو إطارات خشبية يدلى منها سلال تحتوى الكيماويات الوقائية أو العلاجية . وبها استخدم مسحوق القصر (التبييض) Bleaching لعلاج مرض الجلد البكتيرى وعفن الخياشيم ، حيث ينوب العلاج ببطء مؤديا تأثيره العلاجي ولايحدث خطر زيادة جرعة لبطء الذوبان من جهة ولتفادى السمك لمناطق التركيز العالى .

٦ - الحمامات العلاجية تستخدم بتحكم شديد فى العلاج ، وفيها يتجنب تلوث البيئة ، ويستخدم فيها مختلف الكيماويات لصغر حجم الماء المستخدم ، وعيبها صغر كمية السمك المعالجة فى الوقت الواحد علاوة على ضرورة مسك السمك . ويقسم العلاج فيها إلى ٣ أنظمة (غطس ، قصير ، طويل) ، فى الغطس يتم غمس السمك أقل من ٥ دقائق ، وفى القصير ٥ - ٦٠ دقيقة ، وفى الطويل يتم العلاج لمدد طويلة عن ذلك .

أ - **حمام العلاج بالغطس** : ويستخدم فى علاج الطفيليات المتطلبة لتركيزات عالية من العقاقير ، وكذلك فى علاج عدد كبير من السمك لمدة قصيره نسبيا ، وهى تجنب السمك خطورة نقص الأوكسچين المصاحبة للماء المعامل بالكيماويات ، إلا أنها تتطلب خبرة ويقظة . وقد استخدم فى علاج المبروك من البروتوزوا الخارجية بالليزول ٠,٢ ٪ (١ مل / ٥ لتر ماء) لمدة ٥ - ١٥ ثانية ، ثم غسيل السمك فى حوض آخر (لايستعمل ماؤه لاحتوائه على الطفيليات التى لم تمت) ، وبالجير المطفى ضد الديدان والبروتوزوا بتركيز ٢ جم / لتر ماء لمدة ٥ ثوان بشرط عدم وجود سمك مجروح ، وببرمنجنات البوتاسيوم ضد البروتوزوا بتركيز ١ جم / لتر ماء لمدة ٣٠ ثانية ، وبكبريتات النحاس ٠,٥ جم / لتر ماء لمدة دقيقة ، وبأخضر الملاكيت ٠,٦٧ جم / لتر ماء لمدة لاتزيد عن ٣٠ ثانية (كمضاد فطرى)

ب - **العلاج القصير ويختلف عن الغطس فى مده العلاج وتركيز الكيماويات** . فيستخدم كبريتات النحاس بتركيز ١ جم / ١٠ لتر ماء لمدة ١٠ - ٣٠ دقيقة ضد بروتوز الجلد والعدوى البكتيرية الخارجية ، كما تستخدم الأمونيا بتركيز قوى (١ مل / لتر) أوضعيف (٠,٥ مل / لتر) ضد طفيليات الجلد ولسميتها للسمك لايفضل استعمالها بانتظام ، كما استخدمت مع كلوريد الأمونيوم وفوق أوكسيد الهيدروچين وحمض الساليسيلك قديما ولم تستعمل بعد إما لسميتها أو لعدم فعاليتها كعلاج . وتستخدم حمامات ملح الطعام كعلاج فعال للبروتوزوا الخارجية والمونوچينيا و يرقات الكوبيبودا (Lernaea) وفطريات السابرولجينيا سيوس بتركيز ٢,٥ ٪ للسمك الكبير لمدة ١٠ - ١٥ دقيقة ، وبتركيز ١ - ١,٥ ٪ للسمك الصغير لمدة ٢٠ دقيقة ، مع تجنب استخدام الجرادل المجلفنة لشدة سمية كلوريد الزنك الذى ربما يتكون . ويستخدم الفورمالين ضد طفيليات الجلد والخياشيم خاصة البروتوزوا والمونوچينيا والبكتيريا وغيرها ، ولتأثير الفورمالين على أنسجة الإنسان فيستخدم بحذر ، ولخفض أوكسچين الماء يجب إزالة السمك من الحوض مباشرة بعد العلاج ، وألا يضاف الأوكسچين للماء لتعويض النقص الحادث بفعل الفورمالين ، ويستخدم الفورمالين بتركيز قوى (١ فى الألف) لمدة ١٥ دقيقة أو بتركيز ضعيف (واحد / ٥٠٠٠) لمدة ٣٠ - ٤٥ دقيقة ، ويترسب فى الأحواض بارافورمالدهيد سامة جدا ، لذا يجب إزالتها من حوض الفورمالين . وقد يستخدم أخضر الملاكيت بمفرده أو مع الفورمالين ، لكن يجب استخدام كيماويات خالية الزنك لتأثيره المميت على السمك . وأخضر الملاكيت فعال كمضاد فطرى ضد السابرولجنيا وأقل كفاءة ضد اكثيو فثيريوس Ichthyophthirius ، ويستخدم لعلاج البيض والزريعة والإصبعيات بتركيز ٠,٢ جزء / مليون لمدة ساعة وينصف هذا

التركيز للأسماك البالغة . كما يستخدم الفيورانانس furanance (الاسم التجارى الأحد مشتقات النيتروفيوران nifurpirinol) بتركيز ١ جزء / مليون ضد البكتريا كمدوى الفيبريوزيس والميكوباكتريا وكذلك ضد الطفيليات الأخرى . ويستخدم الهيامين Hyamine 3500 (مركب امونيومى رباعى) لعلاج الأمراض البكترية فى الخياشيم فى صغار السمك بتركيزات حسب عسر الماء ولمدة حوالى ساعة ، يوقف العلاج إذا لوحظت أعراض الضيق distress

درجة العسر (كربونات كالسيوم جزء / مليون)	تركيز الهيامين جزء / مليون
أقل من ١٠٠	٢
١٠٠ – ٢٠٠	٣
أعلى من ٢٠٠	٤

وقد تم تجريب استخدام المضادات الحيوية كحمامات لكن لم تنتشر لعدم وجود طرق استخدام يعول عليها ولارتفاع أسعارها .

جـ – **الحمامات الطويلة** : تمكن من علاج أعداد كبيرة جدا من السمك فى مدة قصيرة نسبيا ، ولايستخدم فى المزارع بل فى الأحواض الزجاجية فى تجارة أسماك الزينة . فتستخدم أحواض أملاح الكوينين Quinine لمقاومة البروتوزوا الخارجية ، فتستخدم أحواض من كبريتات أو هيدروكلوريد الكوينين (١ جم / ٥٠ – ١٠٠ لتر ماء) وتتوقف مدة المعاملة على التركيز لذا تقدر أولا فترة العلاج ، وتعمل رواسب الحوض على اختزال الكوينين مما يستلزم مزيد من الإضافة فى أثناء العلاج الذى قد يمتد إلى عدة أيم ، ومن مساوىء الكوينين سعره وسميته للنباتات. وقد تستخدم حمامات الصبغات الصناعية مثل التريبا فلافين Trypaflavin (١ جم / ١٠٠ لتر ماء) كعلاج مضاد للبكتريا . وتستخدم كذلك مواد أخرى كفروى الفضة ، وأزرق الميثيلين ، والسلفوناميدات ، نترات الأمونيوم . ويرجع الأثر العلاجى للكيماويات المختلفة لتأثيراتها على السمكة وعلى الكائنات المسببة للأمراض من خلال تأثيرها على أسموزية السمكة (ملح الطعام) وإنتاجها للمخاط الواقى (ملح الطعام) ، وسميتها المباشرة للطفيليات (ملح الطعام) أو لبروتوبلازمها (الكوينين)، ولفعلها المثبت للخلايا cytostatic بإعاقة تبادل الأحماض النووية DNA-RNA وفعلها المضاد للبكتريا (صبغات صناعية كالتريبافلافين) ، وإعاقتها لأجهزة التنفس فى القشريات وتحطيمها للبروتوزوا الخارجية (برمنجنات البوتاسيوم) ، ولفعلها المطهر (فوق أوكسيد الهيدروجين) بفعل إنزيم كاتالاز فى طلائية السمك يتحرر أوكسجين جزيئى له

فعل مطهر قوى ، أو لتاثيرها على خلق وسط قلوى شديد (جير مطفى) .

ثانياً : إضافة الكيماويات إلى الغذاء :

بإضافة الكيماويات فى الماء لاتصل إلى الطفيليات الداخلية ولاحتى للتى فى القناة الهضمية ، لذلك لإبادة هذه الطفيليات تضاف العقاقير فى الغذاء لامتصاصها فى الأمعاء ووصولها للدم والأنسجة فتؤدى تاثيراتها العلاجية . وأهم مزايا هذا النظام هو قلة كمية العقاقير المتطلبة وقلة تلويثها للبيئة ، لكن المشكلة أن السمك المريض عادة لاياكل وإن أكل لايستهلك كمية العلف التى تحتوى كفاية من الدواء لإحداث التأثير المطلوب ، لذلك فهذه الطريقة أكثر مواءمة لاستخدامها للوقاية وليست للعلاج ، وقد تؤدى هذه الإضافة إلى جعل العلف غير مقبول حتى للسمك الصحيح . وفى المزارع البحرية أو فى الماء المشروب حيث لايوجد تحكم كاف أو قد ينعدم كلية التحكم فى تدفق الماء فى وحدة الإنتاج فلا يمكن إضافة الدواء فى الماء ، لذا تعد إضافته فى الغذاء فى هذه الحالات أمرا ضروريا حتى لمكافحة الطفيليات الخارجية . وهناك نقاط يجب مراعاتها عند إضافة العقاقير إلى الغذاء هى :

١ – نظرا لأن أول أعراض المرض هو العزوف عن الأكل ، لذلك فمن الضرورى سرعة إضافة العقاقير للغذاء قدر الإمكان ليبدأ العلاج قبل التشخيص المضبوط .

٢ – لزيادة فرص النجاح يفضل استخدام المواد ذات النشاط الواسع ، ولما كان معظم البكتريا المرضية للسمك من النوع السالب للجرام ، فإن استخدام كيماويات مؤثرة ضد مدى واسع من هذه البكتريا تقدم أفضل فرصه للتحكم فى أمراضها ، ويجب أن تمتصها الأسماك وتحتمل تركيزات منها عالية بكفاية ، أى أن هناك مدى واسعا بين جرعتها العلاجية وجرعتها السامة .

٣ – يجب أن يكون منتج السمك قادرا على إضافة الأدوية إلى العلف بنفسه ، وتضاف الأدوية قبل التغذية بقليل قدر الإمكان ، لأن بعض المواد (مضادات حيوية معينة) تفقد فعاليتها فى ظرف ٢٤ ساعة من خلطها مع العلف .

٤ – الأسماك المعاملة بإضافات منتظمة لاتستهلك آدميا حتى تختفى متبقيات الدواء من أنسجتها ، ونظرا لتوقف معدل إخراج هذه المتبقيات على عوامل عديدة معقدة ، فيجب إجراء تحاليل دقيقة لتحديد المدة التى بعدها يمكن استهلاك السمك ، مع عمل حساب لمعامل أمان كذلك فى هذه المدة عند حسابها ، فرغم أن المتبقيات من نيجوفون Neguvon فى أنسجة السالمون لاتكون معنوية بعد ١٢ يوما من العلاج فإن القوانين البيطرية لاتسمح بالصيد للسمك المعالج فى ظرف ٢١ يوما من العلاج .

هذا ويلاحظ أن أفضل علاجات معروفة كإضافات غذائية هى المضادات الحيوية ، فقد استخدمت

لعلاج الجدرى ، والاريثروميسين فى علاج مرض الكلى البكتيرى (BKD) إلا أن استخدام هذه المضادات الحيوية يتطلب اختبارها محليا تحت ظروفنا . وهناك اجتهادات قومية ، كما فى الصين مثلا ، حيث يستخدمون إضافات الثوم إلى الغذاء لعلاج النزلة المعوية البكتيرية فى المبروك .

ثالثا : إعطاء الدواء مباشرة للسمك :

هى أضمن طريقة لوصول الدواء للسمك ، وفيها تعطى الجرعة الدقيقة دون تلويث للبيئة ، إلاأن تكاليف أدائها عالية ، وتتطلب عمالة ماهرة جدا ، وتؤدى إلى ضيق للسمك لمسكه باليد ، وعموما فإن الطرق المباشرة محدودة الاستخدام فى المزارع المكثفة لكبر عدد السمك المطلوب معاملته وبسرعة . ففائدتها فى علاج القطعان الصغيرة ذات القيمة كالأمهات البياضة Spawners وفى تجارة أسماك الزينة التى تتعامل غالبا مع أعداد بسيطة وعالية القيمة جدا . ويجرى أداء العلاج من الفم أو الشرج ، المسح والتعفير swabbing & dusting .

أ – الحقن : injection :

لعدم حركة السمك فى أثناء الحقن يفضل تخديرها . وعند حقن عدد غير قليل من السمك يعين فريق يكون لكل عضو فيه عمل محدد (مسك السمك وإحضارة إلى الطاولة ، ووضعه فى الوضع المناسب ، ملء السرنجة ، حقن السمك ، إزالة السمك إلى التانكات ... الخ) ، والحقن فى البريتون عادة الأكفأ لعدم فقد جزء من العقار كما فى الحقن فى العضل ، ويفضل الحقن أعلى الزعنفة البطنية والإبرة موجهة ناحية الرأس مع الحرص لعدم وخذ الأمعاء أو الكبد ، ويمكن حقن حجوم كبيرة بالقرب من التعرجات الليمفاتية بجوار الزعنفة الظهرية . وكثير من الإضافات الغذائية يمكن حقنها ، وهذا يتوقف على احتمال السمكة للعقار فى أنسجتها ، وتتوقف الجرعة على العقار وعلى وزن السمكة ، وعلى الاختلافات النوعية ، فيجب تقدير الجرعة الفعالة الآمنة حسب كل حال ، ورغم عدم انتشار الحقن كثيرا تحت الظروف الإنتاجية إلا أنه يستخدم للوقا من فيريميا الربيع فى المبروك بالحقن بالكلورا مفنيكول باستخدام سرنجات أو توماتيك متعددة الجرعة avtomatic multi- dose syringes .

ب – ادخال الدواء من الفم أو الشرج

: Oral and / or anal introduction

وفيها تستخدم نفس العقاقير التى تضاف إلى الغذاء باستخدام سرنجات مناسبة الحجم وقساطر بلاستيك plastic catheters وهى تتطلب مهارة وخبرة ، ونادرا ماتستخدم .

جـ – المسح والتعفير Swabbing and dusting

وذلك للعلاج الخارجى ، فالمسح يكون للعلاج السائل بدهان المناطق المصابة من الجلد بممسحه أو فرشه ، كما فى المسح ببرمنجنات البوتاسيوم (واحد فى الألف) أو بصبغة اليود أو بأخضر المالاكيت فى

جـ - المسح والتعفير Swabbing and dusting :

وذلك للعلاج الخارجى ، فالمسح يكون للعلاج السائل بدهان المناطق المصابة من الجلد بممسحه أو فرشه ، كما فى المسح ببرمنجنات البوتاسيوم (واحد فى الألف) أو بصبغة اليود أو بأخضر المالاكيت فى العدوى الفطرية وفى حالات التهاب الجلد البكتيرى . بينما التعفير فباستخدام بودرة صلبة غير ذائبة ترش على السمك أو يمرغ فيها السمك بعد تخديره . ويستخدم التعفير عادة ضد الطفيليات الخارجية من الارثروبود ، مثل تعفير السمك المصاب بالارجولوس Argulus بالطلك Talc الذى يجبر الطفيل على الابتعاد عن السمك بمجرد عودته للماء .

التحكم الميكانيكى والبيولوچى فى الطفيليات :

العوامل المحددة للمرض ثلاثة : هى السمك ، ومسبب المرض ، والبيئة ، وهى عوامل متأثرة ببعضها ، فالنجاح لمسبب المرض لايتوقف على الفعل الموجه له فقط بل كذلك بالأنشطة المركزة على المكونين الآخرين (السمك والبيئة) . فالفعل الموجه مباشرة لمسبب المرض يعتبر تحكما ميكانيكيا ، بينما الأفعال غير المباشرة عن طريق العناصر الأخرى (السمك والبيئة) فهو تحكم بيولوچى وقد استخدم كل من التحكم الميكانيكى والبيولوچى وحققا بعض النجاح فى مقاومة الطفيليات الخارجية خاصة القشريات .

١ - **التحكم الميكانيكى** : أبسط طرقه هى إزالة الطفيل من على السمك ، لكنها محدودة الاستخدام فقط فى العدد القليل المنتخب من السمك خاصة عالى القيمة ، وهى طريقة مستهلكة للوقت وللعمالة ، ويقتصر استعمالها فى حالة الطفيليات الكبيرة نسبيا كما فى الارجولوس ، ويستخدم فيها الملقط أو فرشة ناعمة مع وضع السمك على مادة مرطبة تجنبا لتلف الجلد ، مع سحب الملقط بميل وليس مباشرة لتقليل تأثير مص الطفيل ، والسحب فى اتجاه ذيل السمك تجنبا لتلف القشور .

كذلك تقص اللرنايا Lernaea بزوج من المقصات ويقتل الطفيل وتعامل الأسماك ضد الفطريات خوفا من العدوى الثانوية . ويمكن مقاومة الارجولوس بوضع الواح خشب فى الماء لتضع عليها البيض ، وتجمع هذه الألواح أسبوعيا وتنظف من البيض اللاصق عليها وتعاد الألواح للماء ثانية وهكذا ، ويجب إزالة كل مايناسب وضع بيض هذا الطفيل عليه من أخشاب وأحجار وغيرها لعدم تشجيع وضع البيض . وتقاوم الكوبيبودات الطفيلية بجمع يرقاتها العائمة بشبكة غطس حيث إن اليرقات غالبا تتغذى فى الضوء وتتركز فى مناطق منعزلة جيدا ، لذا يلفت النظر إلى هذه المناطق لتحقيق نجاح فى مقاومتها . لكن هذه الطرق وحدها غير فعالة إلا إذا صوحبت بإجراءات أخرى أكثر فعالية .

٢ - **التحكم البيولوچى** : تؤثر البيئة فى كل من السمك والطفيل من القشريات ، فأى تغيير فى العوامل البيئية يؤثر على الطفيل مباشرة وكذلك بطريق غير مباشر لتأثيره على السمك (كعائل للطفيل) ، إلا أن القشريات أكثر حساسية عن السمك للتغييرات البيئية ، وهذا يمكن

ظرف عشرة أيام ، لذا يتم إثراء الأحواض بسماد الخنازير المتخمر (٤٠٠ كجم / أكسر فى عمق ١م للمـاء) ويتم تشجيع نمو النباتات المائية لمنع انتشار طفيل Ergasilus الذى يرغب فى الماء العـميق الرائق . وإدخـال أسـمـاك البـعـوض Gambusia إلى الأحـواض المصـابة بالارجولوس تقلل هذا الطفيل بوضوح لتغذيتها على يرقاته ، وكذلك أسماك Natrapis تتغذى على يرقات الطفيل . كما قد يستخدم الكوبيبود البلانكتونى Mesocyclops للمقاومة لتغذية على يرقات Lernaea .

الإبادة والتطهير Extermination & disinfection :

أقصى مـايمكن عمله عند انتشـار مرض هو إبادة السـمك المصاب تحت ظروف تضـمن عدم انتـقال المرض إلى عشيرة أسمـاك أخرى ، بأن يدفن السمك فى حفر جير ، ويقطع دابر المرض بتـجفيف وتطـهير الحوض المصاب لاتمام هدم مسبب المرض .

الكيماويات المستخدمة فى علاج أمراض وآفات السمك

من مـبيدات الحشـائش Herbicides : أكـواثول aquathol ، ويـــدازول Weedauzol ، أكواشاد aquashade ، اكوازين aquazine (مبيد طحالب) ، ديكوات diquat (مبيد طحالب) .

ومن المبيـدات الحشـرية Pesticides : البـرومكس Bromex ، كـوتنيـول cotniol ، ديبتركسى dipterex ، ليذان lindane ، أخضر مالاكيت malachite green (تترا ميثيل دى امينو ترى فينيل ميثـان) ، مالاثيون malathion ، باراثيون parathion .

ومن المبيدات الفطرية Fimgicides : الفورمالين formalin (فورمالدهيد) .

ومن السـموم المبيدة للسمك لتنظيف الأحـواض قبـل تشـغيله من جـديد مـركب اندروكس endrex .

ومن الكيماويات المستخدمة فى علاج العدوى الطفيلية للسمك الصغير :

١ - العـلاج بأخضـر المالاكيت Malachite green ، خاصة ضد مرض البقع البيضـاء ، بتركيز ٠,١ - ٠,٠٢ جزء / مليون فى تانكات أو أحواض ويستخدم تركيز ٢ جزء / مليون كحمامات فى تانكات خرسانة ، إذا أمكن تغيير الماء فى ظرف مليون لمدة ٣٠ - ٦٠ دقيقة .

٢ - العلاج بالفورمالين بتركيز ٢٠٠ - ٤٠٠ جزء / مليون لعلاج عدوى Costia فى تانكات صغيرة لمدة ١٥ - ٤٠ ق ولعلاج ديدان الخياشيم العادية بتركيز ٢٥٠ - ٥٠٠ جزء فى المليون لصغار السمك أو ألف جزء فى المليون لمدة ١٥ - ٣٠ ق لأسماك التربية .

٣ – العلاج بكبريتات النحاس بجرعة ٥٠٠ جزء فى المليون لعلاج العدوى الفطرية وتظل الأسماك فى المحلول حتى تظهر ضيقا ، كما يعالج عفن الخياشيم (فطرى) بجرعة ١٠٠ جزء فى المليون لمدة ١٠ – ٣٠ ق .

٤ – العلاج بأوكسى كلوريد نحاس بجرعة ٥ أجزاء فى المليون للعلاج من Chilodonella , Costia & Trichodina والجرعة المميتة ١٠٠ جزء فى المليون ، لذا يستخدم ٥ أجزاء فى المليون لكل أحجام السمك .

٥ – العلاج باستر حمض الفوسفوريك العضوى كمبيد حشرى متوفر فى الأسواق تحت أسماء تجارية مختلفة (دى بتركس ، ديلوكس ، ماسوتن ، فليبول .... الخ) ويستخدم ضد ديدان الخياشيم العادية بجرعة ٠,٠٢٥ – ١,٠ جزء فى المليون مكون نشط . يتكسر فى الماء بسرعة إذاكانت pH الماء عالية وكذلك بارتفاع درجة حرارة الماء .

٦ – العلاج ببرمنجنات البوتاسيوم بجرعات ٦ – ١٠ جزء فى المليون للتحكم فى الطفيليات الخارجية وتحفظ الأسماك فى المحلول ٦٠ – ٩٠ ق . كما تستخدم نفس الجرعة فى تطهير تانكات المفرخات .

٧ – العلاج بالمضادات الحيوية للأمراض البكترية خارجيا أو بالخلط مع العلف . فللعلاج الخارجى تكفى جرعة ٥٠ جزء فى المليون أما فى العليقة فتستخدم جرعة ٢٠٠ – ١٠٠٠ جزء فى المليون للعلاج والمقاومة .

نصف عمر التتراسيكلين فى السمك ١٣٩,٨ ± ٣٨,١ ساعة أطول كثيرا مما هو فى الثدييات . وأظهر وفرة بيولوجية ٨٠ ٪ عند الحقن فى العضل و ٠,٦ ٪ عند تعاطيه عن طريق الفم . وبعد الحقن العضلى ثبت تراكمه فى الكلى والعظام والقشور ، فبعد ٢١ يوما من المعاملة (٦٠ مجم / كجم وزن جسم) ثبت وجودة بتركيز ٢,٩ ± ٠,٨ ، ٥,٢ ± ٠,٣ ، ٤,٧ ± ٣,١ ميكروجرام / مل بلازما (بينما لم يوجد فى العضلات حتى فى منطقة الحقن) وذلك بالمعاملة بالحقن فى الوريد أو فى العضل أو عن طريق الفم على الترتيب . ويستخدم التتراسيكلين للوقاية وفى علاج كثير من الأمراض البكتيرية بجرعة فمية ٥٠ – ١٠٠ مجم / كجم سمك / يوم لمده ٣ – ١٤ يوم حسب العدوى . وجد أن أفضل الطرق تأثيرا فى علاج السمك بالمضاد الحيوى أوكسى تتراسيكلين هى الحقن فى البريتون ، وإن كان الحقن فى العضل إيجابيا التأثير مع التركيزات المنخفضة ، لكن عن طريق الفم (كبسولات) لايستهلك إلا بضآلة ، وغمس السمك فى محلول مائى من المضاد الحيوى كان بدون تأثير .

أظهرت معاملة التراوت بالتيراميسين أرتفاع شديد فى ثانى أوكسيد كربون الدم ، مرتبطا بانخفاض محتواه الأوكسجينى وتظهر الأسماك المريضة أنخفاض قيم نسبة جسيمات الدم والهيموجلوبين والجولكوز والصوديوم والبوتاسيوم والكلور والبروتين الكلى ، بينما السمك المعالج يظهر ارتفاع محتوى دمة من البروتيد والجلوكوز إلا أن البوتاسيوم ينخفض .

٨ - علاج زريعة السمك قبل نقلها أو إعادة تسكينها فى الأحواض بعمل حمام من محلول ملح طعام تركيز ٢٪ لمدة ٢ - ٣ ق لتحرير السمك من الطفيليات أو وضعه فى شبكة مفتوحة الطرفين وغمسها فى محلول ملح طعام تركيز ٥٪ لمدة ٢ - ٣ ق .

الدواء	تركيزه	مدة العلاج	المرض
نيتروفيورازون (فيوراسين)	٣ - ٥ مجم / لتر (مادة فعالة)	٣٠ - ٦٠ دقيقة	بكتيريا خارجية
(فيوراسين)	١٥ جزء / مليون	١٢٠ - ١٨٠ دقيقة	بكتيريا خارجية
فيورازوليدون	٢,٥ جم / ١٠٠ كجم غذاء	———	مرض الدمامل
بريفيوران (نيوراناس، نيفوربيرنيول)	٠,٠٥ - ٠,١ جزء / مليون (مادة فعالة)	٣ - ٥ أيام (حمام)	معظم أنواع العدوى البكتيرية وبعض أنواع العدوى الفطرية والبروتوزوا
نيومايسين سلفات	٢٥ مجم / لتر	٣٠ - ٦٠ دقيقة	بكتريا خارجية
أوكسى تتراسيكلين هيدروكلوريد	٢٥مج / لتر (مادة فعالة)	٣٠ - ٦٠ دقيقة	بكتريا خارجية
بنزالكونيوم كلوريد	١ - ٢ مجم / لتر (مادة فعالة)	٣٠ - ٦٠ دقيقة	بكتريا خارجية
فورمالين	١٥٠ - ٢٥٠ مجم / لتر	٣٠ - ٦٠ دقيقة	فطريات اوبروتوزوا
برمنجنات بوتاسيوم	٢ - ٦ مجم / لتر	٣٠ - ٦٠ دقيقة	خارجية
كلوريد صوديوم	٢٠٠٠ - ٤٠٠٠ مجم	٢٤ ساعة	خارجية
كلوريد صوديوم	١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠مجم/لتر	٥ - ١٠ دقائق	خارجية
أخضر مالاكيت	٠,٠٥ - ١,٠ مجم / لتر	ماء جارى (٥ - ١٥ لتر / دقيقة)	فطريات
برياسول	١ مل / ١٠ لتر ماء	١٠ دقائق	القمل والعلق

هذا إضافة إلى قوائم متجددة كل يوم عن مستحضرات حديثة لمقاومة وعلاج طفيليات وآفات وأمراض الأسماك .

الباب الرابع
تربية واقتصاديات الأسماك

الفصل الأول
تربيــــة الأسمــاك

إن حماية المصادر الوراثية للأسماك موضوع يتعلق بمتطلبات الإنسان من حيث زيادة المصادر الطبيعية، فالسمك مصدر هام للبروتين والمنتجات العضوية المختلفة الأخرى، فحماية وتحسين المصايد والمزارع لها أولوية اجتماعية قصوى، وتعتمد هذه الأهداف لحد كبير على التكنولوجيا والعلم ودور الوراثة فى زيادة إنتاج المصايد.

وتفقد المصادر الوراثية إما بانقراض سلالة ما أو بانخفاض التباين الوراثي داخل سلالة ما، والسبب الأول نوعى ونهائى وغير رجعى، بينما السبب الثانى يتوقف على درجته وهو رجعى لحد ما.

وفى المحيطات لاتوجد إبادة ملحوظة (رغم انخفاض كم العشائر لزيادة الصيد والتلوث)، بينما فى المواطن المائية الأخرى فالأمر جد خطير والتدهور سريع.

وأهم أسباب حماية المصادر السمكية ترجع إلي :

١- أسباب غذائية :

إذ أن الأسماك والحيوانات البحرية تشكل ١٧٪ من البروتين الحيوانى الكلى فى غذاء الإنسان، ٣٢ دولة تحصل على ٣٤٪ أو أكثر من بروتينها الحيوانى من الأغذية البحرية، وفى القارة الأفريقية ١٠ دول تحصل على مايزيد عن ٤٠٪ من بروتينها من السمك وكذلك ٢١ دولة من القارة الإفريقية يزيد عن نصف أسماكها المصادة مرجعها المياه الداخلية من بحيرات وأنهار.

٢- أسباب اقتصادية :

حيث تهيىء المصايد كذلك فرص العمل ووسيلة لتحسين ميزان التجارة الدولية . كما أن أنواع سمكية لها أهمية خاصة كحيوانات تجارب وكمصادر لمركبات كيماوية حيوية وصيدلانية كمركب تترادوكسين tetradotoxin من أسماك الفهقة puffer يستخدم فى الأبحاث الفسيولوجيه العصبية ويلعب دورا هاما فى ميكانزمات القواعد والأيونات فى النقل العصبى، ومركب أخر يستخدم فى البحث هو البروتينات المضيئة luminescent proteins كمركب أكورين aqueorin من أنواع الأسماك الجيلية jellyfish المستخدم فى الكشف عن تركيز الكالسيوم فى الخلايا والهام فى تطوير العقاقير الجديدة وفى العلاج للأمراض. هذا خلاف العديد من سموم وهرمونات وجليكوبروتينات وبولى ببتيدات تستخرج من

الأسماك ولها أهمية صيدلانية، بجانب الزيوت والشموع كمصدر للفيتامين فى علائق الحيوان وفى مستحضرات التجميل والعقاقير، كذلك مسحوق السمك وأهميته فى تغذية الحيوانات وكسماد فى كثير من البلدان. ومن الأهمية الاقتصادية كذلك صيد الرياضة (رياضة الصيد) الذى يلعب دوراً فى تطور السياحة فتجارة أسماك الزينة فى أمريكا الشمالية وأوربا وجنوب شرق آسيا تعتبر صناعة هامة. وهناك أنواع سمكية معينة تزرع فى البحيرات والأنهار للتحكم فى الحشائش والحشرات مما يجعل لها دورا مرغوبا اجتماعيا واقتصاديا.

٣- أسباب بيئية :

إن ثبات الأنظمة البيئية وحفظ الاختلافات البيولوجية (التقسيمية taxonomic) مطلب عالمى وإن كانت الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية تعطى أولوية أعظم. تعد حماية المواطن أهم طرق الوصول إلى حيوية أنواع السمك الهامة بيئياً.

وتتم المحافظة على المصادر الوراثية فى الأسماك بعدة طرق منها ثبات المخزون من الأنواع، التجديد للأنواع، التحكيم فى التربية للتغلب على الانقراض الوراثى ، تهجين للتغلب على عيوب التربية الداخلية فى المزارع .

التربية الداخلية Inbreeding :

وتنتج التربية الداخلية فى المزارع السمكية نتيجة صغر أعداد الآباء مما يقال الاختلافات الوراثية، كما أن قطيع النسل غالبا ماينتخب من أفراد مرتبطة ببعضها، وغالبا أشقاء، مما يؤدى إلى أجيال ناتجة من تربية داخلية لأفراد مرتبطة بشدة معا مما يؤدى إلى تماثل الجينات غير المرغوبة ويؤدى بالتالى إلى انحطاط وتدهور بسبب التربية الداخلية فى شكل عدم ملاءمة (النشاط ، الحيوية ، التناسل) مع فقد التباين الوراثى للتماثل الجينى، فزيادة معامل التربية الداخلية بمقدار ١٠٪ يدخل ٥ - ١٠٪ نقص فى الخصوبة ولكن الأخطر هو انخفاض الحيوية لأن ٥-١٠٪ نقص فى القدرة التناسلية ليس خطيراً فى مثل هذه الحيوانات (الأسماك) الخصبة.

وكثيراً ماتستخدم أسماك الزبرا Zebra فى بحوث الأسماك المعملية كحيوان تجريبى، ولتكرار استخدامها من نفس القطيع تظهر أعراض التربية الداخلية بعد ثالث جيل تقريباً فى شكل تشوهات فى الهيكل العظمى وتقل خصوبتها وحيويتها ونموها لذا أدخلت أسماك أخرى لاستخدامها فى الأبحاث مثل أسماك Convict cichlid.

وتقاس الاختلافات الوراثية بالاعتماد على خواص مرئية كنظام التلوين مثلا فى بعض السلالات أو بالتفريد الكهربى للبروتينات Electrophoresis of proteins والقاعدة العامة أن معدل التربية الداخلية لاينبغى أن يزيد عن ١-٣ ٪ لكل جيل.

وقد ينتج الفقر الوراثى Genetic impoverishment فى عشائر الأسماك بفعل أنشطة الأسماك التى تشمل :

١- التلوث بأنواعة وغيره من تغييرات بيئية أخرى تسبب نفوقا وانتشارا له .

٢- ضغط (زيادة) الصيد .

٣- إنتخاب صناعى والذى يؤدى إلى تربية داخلية وفقر وراثى .

٤- إدخال أنواع أجنبية (غريبة) تنافس الأنواع المحلية على الغذاء .

٥- الأمراض.

٦- التهجين بين الأنواع ينتج عنه انخفاض المصادر الوراثية.

بينما طرق حفظ المصادر الوراثية فى عشائر السمك تحت الإدارة تتوقف على الإنتخاب الصناعى والتكاثر الصناعى والتهجين.

تختلف عدد الكروموسومات باختلاف أنواع الجنس الواحد فكانت ٤٢، ٤٤ ، ٤٠ ، ٣٨ فى البلطى أوريا، جاليلى ، نيلى ، زيللى على الترتيب وهذا هام فى إنتاج الجنس الواحد مثل خلط إناث نيلى مع ذكور أوريا لإنتاج ذكور ١٠٠٪ . ويفيد ذلك فى تقسيم جنس البلطى على أساس عدد الكروموسومات ومحتوى DNA فى الخلية.

وفى تحليل بروتينات العضلات للأربعة أنواع أظهروا وكذلك اختلافا فى بروتينات الميوجين فى العضلات والتى اظهرت ٥ بروتينات مختلفة على الألكتروفوريسس للزيللى و ٤ بروتينات فقط ظهرت فى أنواع أوريا ، جاليلى ، نيلى .

الإنتخاب Selection :

يؤدى الانتخاب المستمر فى محصول كل سنة للنمو الأفضل وأفضل شكل للسمك لتكون آباء للجيل التالى لتعطى رأسا صغيرة وصافى جسم عال وظهر سميك ومقاومة للأمراض وللظروف الجويه غير المواتية كلها تؤخذ فى الاعتبار بجانب غطاء الجسم من القشور والذى قد يكون غير مرغوب وجوبها بالنسبة لربة البيت لسهولة تنظيفها للسمك (كالمبروك الجلدى واللامع) هذا وتقل فرص التحسين الوراثى بشدة التجانس الوراثى داخل الأنواع نتيجة طول فترة التربية الداخلية . وعادة تضاف أسماك مختلفة الخصوبة للأحواض فينشأ عنها زريعة تظهر قوة هجين. كما ساعد الإخصاب الصناعى على تلقيح بيض أنثى السمك بسائل منوى من عدة ذكور مختلفة لمقارنة أداء الذكور واختبارها .

والعوامل الوراثية المسئولة عن وراثة القشور هى العامل (S) وعدم وجود القشور العامل (N)، فالمبروك ذو القشور لها تركيب وراثى (SSnn)بينما المبروك اللامع (ssnn)، وكلا العاملين يؤثران كذلك على الحيوية

ومعدل النمو، فالعامل (N) فى المبروك المخطط والجلدى مسئول عن الجزء الوراثى لانخفاض الحيوية وبطء النمو مقارنة بالمبروك اللامع وذى القشور الذان يوجد بهما العامل (n)، وعليه فالعوامل (NN) فى المبروك الجلدى عوامل مميتة. وينخفض نمو المبروك الجلدى leather carpوالمبروك المخطط line carp بمعدل ٣٠٪ عن النمو فى وزن المبروك اللامع mirror، وحتى فى هجين المبروك/ السمك الذهبى فإن السمك ذا القشور ينمو أفضل عن السمك المخطط. وفى الظروف التى يحدث فيها نفوق للمبروك ذو القشور scale carp والمبروك اللامع فإن المبروك الجلدى والمبروك المخطط يحدث بينه نفوق يبلغ ٧٠ ٪ كذلك مساوىء الزعانف الحادثة فى المبروك المخطط والمبروك الجلدى ترجع للعامل (S).

وقد تم النجاح فى إنتاج مبروك مقاوم لاستسقاء البطن كمرض معدٍ جداً ويؤدى إلى فقد كبير وحاد فى إنتاج السمك قد يصل إلى ٨٠ ٪ فقد (نفوق)، بينما الأفراد المقاومة المنتخبة قد لاتظهر عند إصابتها بالمرض سوى ٢ – ١٥ ٪ نفوق. وفى سيبير ياأنتخبت أسماك مبروك مقاومة للبرد الشديد. ولذلك فمن المهم جدا عند إدخال سلالات جديدة من السمك إلى مناطق جديدة ينبغى أن تكون هذه الأسماك قد تعودت فى مناطقها الأصليه على نفس الظروف الجوية التى ستنتقل إليها لاستزراعها transplantation وبالنسبه لأسماك التراوت فقد أمكن الانتخاب والتربية فيها لسرعة النمو ومقاومة الأمراض وكثرة إنتاج البيض (الخصوبة فى الإناث) وسرعة الأقلمة.

ونمو المبروك ذى القشور أفضل من المبروك اللامع إلا أن الأخير يفضل فى الأكل. لذلك يتخذ نظام توزيع القشور على المبروك كوسيلة للانتخاب وذلك لارتباط نظام القشور بالخواص الفسيولوجيه من سرعة النمو والحيوية ومقاومة الأمراض. ومهمة الانتخاب هى إنتاج نوع من المبروك مناسب للأكل، سريع النمو، قليل القشور، سميك اللحم. بجانب الأخذ فى الإعتبار الشكل، وعدد العظام ، والقدره على الأقلمة فى الظروف الجديدة. ويجرى انتخاب المبروك بطريقة مركبة أى بانتخاب كلى mass selection (ولقد ساعد الإنتخاب فى نشأة أنواع أو سلالات خاصة بكل بلد لتتوافق مع ظروفها البيئية، وكذلك فى الحصول على أنواع مقاومة للأمراض من خلال إنتخاب الأباء القوية الصحيحة) . يليه انتخاب فردى individual selection. فينتخب أسماك للفقس من ١٠ إناث و ٢٠ ذكراً طبقا للمظهر الخارجى (الشكل ، القشور، غياب التشوهات، كفاية المناسل) وتوضع معاً فى حوض تبويض . فنظريا هناك إمكانية حدوث ٢٠٠ هجين. تربى الفقس الناتج من هذه الأباء فى حوض كبير حتى الربيع التالى فتفرز طبقا للنمو الفردى والمظهر الخارجى ويربى منها على الأقصى ٥٪ للسنه الثانيه فتوضع فى أحواض تشتيه بعيدا عن أى أسماك أخرى. وخلال السنه الثالثة تربى منفصلة أو مختلطة مع أسماك أخرى بعد ترقيمها . ثم تحقن الأسماك فى الربيع بالكائنات الحية المسببة للأمراض (استسقاء بطنية abdominal dro[illegible]) لإنتاج أفراد مقاومة للأمراض. وفى الخريف يحدث إنتخاب آخر للجيل الثالث ثم [illegible]خرى فى الربيع وهكذا حتى نحصل على أسماك تستخدم كآباء عمر ٥–٧ سنوات. ومن هذا الوقت يمكن إجراء انتخاب فردى. فينتخب أفضل أسماك آباء فيوضع ذكر وأنثى فى كل حوض تبويض وتربى ناتج فقس كل زوج أباء منفصلا عن فقس الزوج الآخر من

الآباء فى أحواض منفصلة ويختار من أجودها الجيل الثانى ليستخدم كآباء مستقبلية. وتنتج المزارع سلالاتها النقية المتأقلمة على ظروفها البيئيه ولايحدث خلط بين سلالات المزارع المختلفة إلا إذا ظهر تدهور التربية الداخلى فى مزرعة ما.

أدخل لمصر المبروك العادى بسلالتيه (مبروك القشر scale carp والمبروك اللامع mirror carp) بنجاح وأعطى نتائج مرضية لتبويضه فى تانكات أسمنتية صلبة القاع وجمع البيض على سعف النخيل المغطاة بألياف النخيل الحمراء وأمكن الحصول على ٧٥-١٠٠ ألف أصبعية مبروك بطول حوالى ١٠سم من كل هكتار من أحواض الحضانة فى مدة حوالى شهر. وبالإنتخاب الدقيق للأمهات أمكن زيادة نسبة الأفراد المظهرة لخواص جسم مرغوبة من ١٧٪ إلى ٦٨٪ وهذا التحسين انعكس فى زيادة الإنتاج/هكتار فى حالة السمك المنتخب.

لقد أفاد الإنتخاب لخمسة أجيال لتحسين معدل النمو فى المبروك فى إسرائيل، وقد أظهرت العائلات والسلالات المختلفة اختلافات فى معدل النمو، وهذه الخاصة ذاتها كانت حساسة جدًا للانخفاض بالتربية الداخلية inbreeding، واستخلصت التجربة الإسرائيلية أن التحكم الوراثى فى معدل النمو هام ولكنه محدد بالعوامل الوراثية غير التجميعية non-additive genetic events ، ولقد غاب التباين الوراثى التجميعى additive genetic varianc ربما لعزله خلال الأجيال بالإنتخاب الطبيعى أو الصناعى natural or artificial selection . كما نجحت تجارب أخرى بتهجين سلالتين من المبروك مختلفتين الأصل الجغرافى ومعدل النمو لإنتاج هجين يمتاز بمعدل نمو متوسط ويحتمل الحرارة.

وقد تحصل كذلك على تحسين فى النمو بمعدل ١٦١٪ فى الجيل الرابع عن الجيل الأول للتراوت وذلك بالانتخاب للنمو السريع، وقد أرجع ثلث هذا التحسين للنفع الوراثى والمكافيء الوراثى لمعدل النمو (٠,٠٦ فى هذه الدراسة) وإن كان منخفضا عما هو مسجل للحيوانات المستأنسة الأخرى المحسنة بالانتخاب.

يؤدى الانتخاب إلى إمكانيات هامة وحقيقية لزيادة إنتاج السمك إلا أن هذه الإمكانات غير معروفة بالقدر اللازم أو غير مستخدمة بكفاءة. فمن المعروف وجود اختلافات شديدة فى النمو داخل النسل حتى لنفس الآباء. إلا أن الطرق التى تسمح بالاختيار (وقت التخزين والتى تؤدى إلى نمو أفضل) لم تستقر بعد. وقد أجرى الانتاب مع المبروك والتراوت المرقط. ففى المبروك أمكن إنتاج سلالات مختلفه الألوان (بنى، أصفر، برتقالى، أبيض) أو مختلفة القشور (ذات قشور، لامع أو عار) أو مختلفة دليل الشكل (طويل أو قصير). وفى التراوت أدى الانتخاب إلى إنتاج سلالات مبكرة أو متأخرة التبويض وكذلك ذات نمو سريع. ومن بين التقارير المبكرة عن الانتخاب فى التراوت قوس قزح ثبت أنه بالانتخاب الصناعى على مدار ٦-٧ أجيال أمكن زيادة معدل النمو وإنتاج البيض كثير ' كما أمكن الحصول على تبويض مبكراً. وللانتخاب للنمو فإنه من الضرورى على المربى رعاية السمك منفردا فى تانكات أو أقفاص أوحواجز منفصلة وتغذى كل سمكة حتى الشبع لكى يتم التأكد من اختبار (وبالتالى انتخاب) المقاييس الفسيولوجية للنمو بمعزل عن تأثير التداخلات الاجتماعيه والتنافسيه. وقد ثبت من عديد من الدراسات أن اختلافات معدل النمو داخل

الأنواع لها بعض الأساس الوراثى بعيدا عن التأثيرات البيئية أو الغذائية. وفى دراسات على المكافىء الوراثى لتركيب الجسم ثبت أنه بغض النظر عن التأثيرات البيئية فإن التركيب الوراثى قد يؤثر على تركيب الجسم لكن هذه التأثيرات كانت بسيطه لدرجة أنها لاتشجع المربى مثلا على إنتاج سمك منخفض المحتوى المائى. وكذلك بالنسبه للإنتخاب لتحسين كفاءة التحويل الغذائى فى التراوت قوس قزح وجد أنه غير مجدى. إلا أن التربية الداخلية تؤثر بشدة على النمو والحيوية فى التراوت قوس قزح، إذ وجد إنخفاض عالى المعنوية فى الأسماك البالغة (بعد ١٨ شهرا فى ماء البحر) وهذا يرجع بنسبة كبيرة إلى درجة التربية الداخلية inbreeding.

العوامل الوراثية ونظم التربية :

ربما يهتم علماء الوراثة بالرغبة فى تحسين مواصفة السمك للزراعة مع زيادة كفاءة التحويل الغذائى ومعدل النمو والمقاومة للأمراض إلا أن كذلك من المهم تحسين جودة لحم السمك وأيضا تأخير عملية النضج مطلوبة بسبب التدهور فى خواص اللحم التى تلى عادة عملية النضج. كذلك يستهدف زيادة خصوبة السمك حيث إن معظم تكاليف الإنتاج تنفق فى حفظ قطيع تربية كاف. ويفيد فى ذلك الإنتخاب الوراثى. وقد لوحظ أن عدد البيض يرتبط ظاهرياً بشدة مع وزن الجسم ويظهر وزن الجسم فى السمك مكافئا وراثيا heritability منخفضا، رغم أن طول الجسم له مكافىء وراثى أعلى لحد ما، وكذلك المقاومة للأمراض لها مكافىء وراثى عالى نسبيا. واتضح أن العمر عند النضج الجنسى له مكافىء وراثى منخفض فى التراوت قوس قزح مقارنة بالسالمون الأطلنطى Atlantic salmon .

وفى حصر للمكافىء الوراثى للنمو فى الوزن لأعمار مختلفة فى السالمونات وجدت قيم تتراوح ما بين ٥٪ للإصبعيات من التراوت قوس قزح إلى ٣٧٪ بين السالمون الأطلنطى قبل التبويض عمر ٣,٥ سنة. بينما إناث قرموط القنوات عمر ٤٨ أسبوعا كان المكافىء الوراثى للوزن فيها ٥٢٪. وبوجه عام وجد أن المكافىء الوراثى الوزن بين السالمونات نتيجة للزيادة بالعمر ربما كنتيجة لنقص التأثير الأموى maternal influence . وقد وجد أن المكافىء الوراثى للوزن بعد مراحل الإصبعيات تقريباً ٢٠٪ للتراوت قوس قزح و٣٠٪ للسالمون الأطلنطى. وقد علل إنخفاض المكافىء الوراثى للنمو فى المبروك بادعاء أنه كنتيجة الإنتخاب المستمر للنمو لعديد من السنين. كما أن هجين سمك موسى plaice - flounder hybrids أظهر انخفاض المكافىء الوراثى للنمو فى الطول (٨٪) والتى لايمكن إرجاعها إلى الإنتخاب. وقد اعتبر أن الإنتخاب للقدرة على استعمال أعلاف أرخص غنية بالكربوهيدرات من قبل التراوت قوس قزح أمر غير ناجح نسبياً.

ويستخدم مقياس انخفاض إخراج الأزوت فى الإنتخاب للسمك كدليل لقدرة السمك على تخزين الأزوت فى جسمة، فقد لوحظ أن السلالات البرية أكثر إخراج للأزوت (أقل قدرة على تخزينه) عن السلالات (من نفس النوع من التراوت) المنتخبه لعشرات السنين.

هناك أسماك يكون لديها أقلمة فسيولوجيه أو سلوكيه للحفاظ على الطاقة فمثلا الأسماك التى تستخدم

طاقة أقل لتهوية خياشيمها (عن أسماك أخرى من نفس النوع) فتستخدم هذه الطاقة المحفوظة فى نمو أسرع وإنتاج بيض أكثر لذلك ينتخب هذه الأفراد ذات الكفاءة الوراثية للمحافظة على الطاقة.

ولقد استخدمت الهندسة الوراثية فى عالم الأسماك لزيادة نمو الأسماك ضعيفة النمو بواسطة نقل الجينات المتحكمة فى إفراز هرمون النمو للسمك سريع النمو وزرعها فى بيض الأنواع صغيرة الحجم بطيئة النمو فأمكن الحصول منها على أسماك سريعة النمو.

التربية الانتخابية والتهجين Selective breeding and hybridization :

تستهدف خلق سلالات جديدة أو هجن لها خواص تفوق أصولها، وقد نجح إحداث التزاوج فى المبروك الهندى والصينى فأمكن تهجينهما مع المبروك العادى، والمبروك العادى له عادة التزاوج فى الأحواض لذا خضع للتربية الإنتخابية لمدة طويلة ممانتج عنه نشأة سلالات عديدة فى بلاد كثيرة من العالم. ويتم إنتاج الهجن بالخلط والتلقيح الرجعى. وقد تموت الهجن فى طورها الجنين أو فى مرحلة التفريخ لكن أيضا قد تحيا الهجن وتصل إلى طور البلوغ ومنها مايكون عقيما ومنها ماأمكن إنتاج جيل أول منها.

ولايوجد فى الطبيعة تهجين، ورغم ذلك سجلت بعض حالات التهجين (المشكوك فيها والتى لم تتأكد بعد) بين أنواع البلطى حيث وجد أحد الآباء فى نفس المياه التى وجد فيها الهجين. والهجين المزعومة فى الطبيعة بين الرندالى مع الزيللى، النيلى مع القاريا بيليس، اسكولنتس مع امفيميلانس، سبيلورس نيجر مع ليكوستكتوس . إلا أنه تمت محاولات من الإنسان لإنتاج هجن سريعة النمو، أكثر مقاومة، عقيمة أو لانحراف النسبة الجنسية تجاه أحد الأجناس.

وفى تايوان عام ١٩٦٩ تمكنت محطة زراعة السمك فى Lukang من إنتاج هجين من نكور البلطى النيلى مع إناث بلطى موزا مبيقى له متوسط نمو يومى ١,١٦ جم مقارنة بنمو ٠,٨٥ جم لهجين نكور الموزامبيقى مع إناث النيلى أو ٠,٧٤ جم للنيلى النقى أو ٠,٥٩ جم للموزمبيقى النقى. وسمى هذا الهجين Fu-shou yu أو السمك المبارك blessed fish واستخدم بانتشار كبير حتى أنتج منذ عام ١٩٧٣ ١٦ مليون أصبعية خصبة وزعت على مزارعى السمك وأصبح شهير الآن لسرعة نموه وكبر حجمه وجمال لونه وارتفاع سعره بالتالى.

ولقد أطلق على ناتج تهجين البلطى الموزمبيقى مع النيلى وكذلك تهجين البلطى النيلى مع الأوريا أطلق على هاتين السلالتين بالبلطى الأحمر فى كل من تايوان والفلبين وأصبحتا ذات إنتشار اقتصادى لسرعة نموهما فينتج الحوض الواحد مساحة ١٠٠م٢ ٦ طن فى السنة . ولقد ادخل البلطى الأحمر (ناتج تهجين بلطى نيلى ذكر مع بلطى موزامبيقى أنثى) من فرنسا إلى مصر وينتشر فى الفلبين وتايوان والبرازيل والولايات المتحدة وذلك لسهولة زراعته فى الماء الشروب والمالح تماما كالماء العذب كما أنها تنمو بسرعة وتحول الغذاء جيدا وعالية الحيوية وقليلة التعرض للأمراض. وعند زراعتها مع المبروك العادى والمبروك الفضى وجد أن المبروك العادى سريع النمو وحيويته أعلى لذلك فإنتاجه أفضل من المبروك الفضى تحت

نفس الظروف ولم تخفض إنتاج البلطى الأحمر إلا أن انخفاض إنتاج البلطى الأحمر لوجود المبروك الفضى يرجع لمنافستهما على الغذاء أكثر من منافسة المبروك العاى للبلطى الأحمر . رغم عدم استهلاك المبروك الفضى للغذاء المكعب المقدم للبلطى الأحمر. والمبروك العادى يستهلك أنواع مختلفة من الغذاء الطبيعى غير المعنويه كغذاء البلطى الأحمر.

وقد سجل وجود توائم سيامية Siamese twins فى البلطى الموزمبيقى وناتج إناث البلطى هورنورم × ذكور البلطى النيلى.

كما أمكن خلط مبروك الحشائش مع المبروك العادى، ومبروك الحشائش مع المبروك كبير الرأس، والمبروك العادى الصينى مع المبروك الأوربى. ويتعرف على الهجين ويقارن بآبائه من حيث خصائص التسنين واللون والحجم والزعانف والخياشيم.

دور الوراثة فى الجنس والتناسل :

أولاً : بالنسبة للجنس :

عرفت نماذج لونية تورث عن طريق الكروموسوم المحدد للجنس، فالإناث احتوت كروموسامات xx والذكور xy فى بعض الأنواع السمكية، وفى أنواع أخرى وحد طرز لونى للأناث وطرزان للذكور وأن الإناث تنقل صفاتها اللونيه لأبنائها الذكور وليس للإناث . كما وجد أن الجنس فى أنواع أخرى يتحدد بالكروموسومات xy . للإناث و xx للذكور إلا أن التنظيم الكروموسومى الجنسى يميز معظم العشائر الطبيعية لهذه الأنواع وأن التركيب الكرموسومى فى الإناث قد يكون wy أو xx وفى الذكور YY أو XY .

وهناك تكنيك لعكس الجنس sex-reversal techniques أى إنتاج جنس مغاير بالتغذية على هرمونات جنسية للأسماك مهملة الجنس (غير محددة) وقد ينتج ذكورا أو إناثا بالخلط المناسب، فقد أمكن الحصول على ذكور مختلفة الكروموسومات (XY) فى الجوبى guppy . وفى البلطى Tilapia mossambica كذلك أنتج ذكور (XY) بخلط ذكور السمك (معكوسة الجنس بالمعاملة الهرمونية) مع إناث عادية، ونفس النتائج تحصل عليها من T.nilotica ، إلا أن فى T. macrochir كانت الذكور (الناتجة بعكس الجنس بالمعاملة الهرمونية) عقيمة ربما لأن ذكور T. nilotica كانت متماثلة الكروموسومات homogametic (XX) .

ويظهر التهجين hybridization مؤشرات عن طبيعة التحكم الوراثى فى تقدير الجنس لأنواع البلطى، فقد كان كل الفقس الناتج من خلط أنواع غير معروفة مع T. mossambica كلها ذكور وتنبأ بتركيب مختلط heterogamety للذكور وكذلك للإناث لكن فى عشائر أخرى. وتحصل كذلك على جيل من الذكور all-male broods ناتج من خلط بلطى ماكروشير ذكور مع بلطى نيلى إناث، وسلم بأن الإناث مختلطة الجاميطات فى البلطى ماكروشير وكذلك ذكور مختلطة الجاميطات فى البلطى النيلى. النسبة الجنسيه الناتجة من التناسل الذاتى (بدون تلقيح ذكر لأنثى) parthenogenesis تؤدى لمعلومات عن التحكم الوراثى

فى الجنس، فـالنسل الذى كله إناث all -female broods يدل على أن إناث المبروك العادى مختلطة الجاميطات وكذلك فى مبروك الحشائش، بينما الفقس من الجنسين فى سمك موسى plaice يرجع لتماثل جاميطات الإناث. وعموما فإن ميكانزم تقدير الجنس وراثيا فى الأسماك لايماثل الوضع فى الطيور والثدييات والحشرات وعديد من الحيوانات الأخرى، فالعملية متباينة جداً وغير متطوره.

ثانياً : بالنسبة للتناسل :

وقد يكون الخلط بين الأنواع القريبة أكثر أهمية من التربية بالإنتخاب فى نفس النوع. والهجين بين الأنواع أو مايطلق عليه بالبغال mules عادة ماتكون عقيمة sterile سواء نتجت من خلط بين الأسماك فى الطبيعة أو فى الأسر (الاستزراع)، ويسود هذه الهجن عادة الذكور لشذوذ فى النسبه الجنسيه للهجين لذا فإن الخصى وأنسجتها المولده للحيوانات المنوية قد تكون شاذة وغير طبيعية. وقد يكون الهجين وسطا بين أبائه وقد يظهر قوة الهجين hybrid vigour بزيادة معدل النمو عن الوالدين. ولما كان الهجين عقيما فإن زيادة سرعة النمو تكون متوقعة، إذ لايفقد الهجين طاقة فى إنتاج البيض أو السائل المنوى، وإن ظهرت قوة هجين أعلى من ذلك فى هجن خصبة أظهرت معدل نمو أسرع جدا مما هو فى قطيع الآباء. والهجن سواء خصبة أو عقيمة مهمة جدا، فالعقيمة مفيدة فى تخزين السمك الذى لايتطلب تكاثرا وزحمة (كثافة) فى الحوض من التوابع (نتاج) فهو وسيلة للتحكم فى كثافة العشيرة. وفى الهجين نادرا مايكون للذكور خصى طبيعية، بينما الإناث الهجين تكون مبايضها أفضل تكوينا وإن كان معظمها عقيما فإن بعض الحالات الاستثنائية القليلة من الإناث تكون ذات مبايض خصبة .

كما أدى خلط ذكور البلطى الموزمبيقى الإفريقى مع إناث البلطى الموزمبيقى من Malacca إلى إنتاج زريعة كلها ذكور، وهذا مهم جدا للسلالات سريعة التكاثر للتحكم فى تناسلها باستزراع الذكور فقط فيكون نموها سريعا ولاتتكاثر. وعموماً تتوقف النسبة الجنسية فى الهجين على نقاوة الآباء، فلو احتوى دم أى من الأبوين على أى نسبة تهجين فإن النسبة الجنسيه تعود إلى طبيعتها ولايكون هناك فائدة من الخلط سوى – ربما – قوة الهجين لكن لن نحصل على جيل وحيد الجنس mono-sex. لذلك من المهم جداً لإنتاج الهجين الذكور من البلطى للأغراض التجارية أن تكون الآباء نقية جداً pure-line لذا توضع فى حظائر من الشباك لمنع التلوث. وأدى خلط البلطى الموزمبيقى بالبلطى الأندرسونى فى روديسيا إلى إنتاج هجين خصب ذو نسبة جنسية طبيعية. وقد أمكن الخلط بين الأجناس inter-generic فى السمك فى روسيا (sterlet x beluga) ، إلا أن خلطاً بين الأنواع (السالمونات والترلوت) فى السويد أنتج نفوقا طبيعيا عاليا بين البيض عنه فى حالة الخلط داخل الأنواع. وبوجه عام فإن كل الخلط يعطى معدل نمو جيد وقد يشابه أو يفوق نمو الآباء.

إنتاج هجين كله ذكور من خلط الرندالى مع الزيللى (كلاهما من آكلات الأعشاب الكبيرة) له قيمة عظيمة خاصة للمزارع نصف المركزه، وقد استزرع الهجين فى أوغندا. وتتوقف نسبة إنتاج الذكور على النقاوة الوراثية للآباء. أى تكون أنواع نقية غير مخلوطه بأنواع أخرى وإلا تفاوتت نسبة إنتاج الذكور.

وعليه فإنتاج نسل كله ذكور محدود لصعوبة الاحتفاظ بالأنواع النقيه تماماً لتداخل الأحواض ولصعوبة التمييز بين الآباء والهجين عند انتخاب قطيع للتربية. ويجرى التهجين بتحويط ١٠٠٠م٢ وإنزال ١٢ ذكراً هورنورم مع ١٢ أنثى موزامبيقى ويسمح لها بالتبويض ثم تزال بعد شهرين من إنزالها لمنع الخلط الرجعى مع الهجين الذى ينضج فى ٣-٤ شهور وتحفظ الآباء منفصلة ٣ شهور لاستعادة نشاطها قبل إعادة التبويض. إلا أن السمك وحيد الجنس قد يظهر شكلا تعويضيا طبيعيا بأنه يحتوى نسبة من الذكور وأخرى من الإناث ربما بإنعكاس الجنس sex reversal وهذا هو أحد الأسباب فى فشل الحصول على نسبة ١٠٠٪ ذكور. وقد يفضل إضافة ٣ إناث لكل ذكر على أن تكون وزن الإناث ٢٠٠ - ٣٠٠ جم بينما الذكور ١٦٠-٢٠٠ جم، كى لاتكون عدوانية وشرسة بالنسبة للإناث. وقد ذكرت نسبة أخرى فى تهجين الموزامبيقى مع الهورنورم (٢ إناث : ٣ ذكور). وعقب كل فقس ونقل الفقس للتربية والآباء للاستعداد لتكاثر آخر تجفف الأحواض التى أجريت فيها الوضع ثم تعامل بمادة سامة لقتل أى فقس متبقى منعا من تلويث الفقس التالى أو أن تستخدم الأسماك المفترسة فى أكل أى فقس متبقى لنفس الغرض وهو عدم تلويث الفقس التالى . ويمكن الحصول على نسل ٨٥٪ منه ذكور بتهجين البلطى النيلى الإناث مع ذكور البلطى الأوريا بنسبة ١ : ٢ .

وينمو الهجين بقوة الهجين hybrid vigour أسرع من أبائه بمعدل مرتين أسرع فيبلغ ٠,٤٥ كجم فى ٦ شهور، كما ينمو الهجين (إناث موزامبيقى مع ذكور نيلى) بمعدل ١,١٦ حم فى اليوم. كما يمتاز الهجين بجودة كفاءة التحويل الغذائى عن الآباء وبقدرة متوسطة للتحمل الحرارى. ومعدل نمو هجين ذكور الهورنورم مع إناث النيلى ١,٥ - ٣ جم فى اليوم. إلا أن هجين بعض الأنواع الأخرى (ماكروشير مع النيلى) لم تظهر تفوقا فى نموها على أبائها، ربما لظروف التهجين واختلاف التأثيرات البيئة أو لتباين فى النوع بين الآباء. ومن العيوب فى عشيرة من الذكور فقط أنها - كما سبق الذكر - تحتوى إناثا (لانعكاس الجنس فى بعضها) وتتكاثر فى الأحواض وتبنى عشوشا لكن يتغلب عليها بتبطين جدر الأحواض بملاءات مجعدة أو بحجارة. كما أن الهجين كله خصب لذلك يمكن أن يتكاثر رجعيا بتلقيح ذكوره مع إناث أى من الآباء وتكون النسبة الجنسيه للجيل الثانى هذا ١ : ١ .

وإذا تزاوج جنسين متماثلين التركيب الوراثى (xx) (zz) من نوعين مختلفين نتج هجين كله ذكور متماثلة ظاهريا مختلفة وراثيا (xz). لكن لو تزاوج جنسين خليطى التركيب الوراثى (xy) (wz) فإن الهجين الناتج ٧٥٪ ذكور ، ٢٥٪ إناث.

الفصل الثانى
اقتصاديات الأسمــاك

الظروف الضرورية لنجاح مشاريع الزراعة المائية :

لنجاح أى مشروع يتوقف ذلك على الظروف الخاصة بكل بلد. فاختيار الكائن المائى المناسب له نفس أهمية التخطيط الصح للمشروع، وذلك لتفادى المخاطر التجارية. ولايجب إغفال المخاطر الطبيعية وكذا البيولوجية فالأمراض والطفيليات قد تقضى غالبا على المحصول كله، كما قد تنخفض بشدة إنتاجية أى جسم مائى نتيجة تغييرات جودة المياه والتى قد تسببها مثلا المبيدات بأنواعها أو المخلفات الصناعية، ولذا يراعى ذلك فى التخطيط الجيد المتكامل.

كما يراعى عند التخطيط لإدخال الكائن المائى المختار للتربية أن يكون لهذا المنتج المائى سوقا للبيع فى منطقة المشروع أو يمكن تصديره. ومهم كذلك العمليات الفنيه مثلا لإنتاج الزريعة (طبيعيا أو صناعياً) والرعاية، وكذلك من المهم من البداية تنظيم أفضل سبل الرعاية ونظم التغذية وطرق مقاومة الأمراض والحصاد والتجهيز والتسويق. وقبل البداية يجب توفير المعلومات الدقيقة عن بيولوجية ودورة حياة الكائن المائى وكذلك عن مختلف المقاييس البيولوجيه والكيماوية والطبيعية للماء. ولتقليل المخاطر من الفشل يجب تقدير المقاييس البيئية والاقتصادية والاجتماعيه التاليه قبل الإختيار :

المقاييس البيئية :

قبل تقرير الموقع يجب الفهم الجيد والكامل والصح لطبيعة البيئة والماء نفسه فالصفات الطبيعية والكيماوية للماء ودرجة حرارته اليومية والموسمية والسنويه وتقلباتها يجب تقديرها . كما يجب تقدير محتوى الملح والأسموزيه للماء، وإذا ماكانت متقلبه فى أوقات معينة، وكذلك يقدر تركيز المغذيات الذائبة والغازات والمواد التى يحتمل أن تكون سامة أو مثبطة. كذلك ظروف التدفق أو الجريان والروقان وامتصاص الضوء للماء يجب قياسها. جودة الماء وقيمة رقم حموضته pH والخواص التنظيمية والقلوية والعسر يجب معرفتها جميعاً. ويقدر الموقع الجغرافى للماء ومخزون الماء الأرضى ومصدر الماء واستمراريته وتقلبات ارتفاع الموج والجزر.

عـوامل الطقس Meteorological factors كاتجاهات الريح وسرعته وتقلباته الموسمية يجب دراستها . كما يجب دراسة كمية ضوء الشمس اليومية والموسمية والسنوية، وتقلبات درجات الحرارة للهواء ورطوبة الهواء والأمطار. ظروف التربة أيضا تؤخذ فى الاعتبار، كنوعها ومساميتها وخصوبتها ولونها وعشيرة الكائنات الحية الدقيقة بها .

عوامل بيولوجية :

إنه من المهم تقدير الإنتاج الأولى والثانوى والإنتاج الطبيعى الكلى المتاح كغذاء موجود للكائنات المائية. وإذا كانت الأنواع المحلية موجودة فى الطبيعة ويجب زراعتها فيجب اكتشاف إذا ماكانت الزريعة أو الحيوانات الناضجة يمكن صيدها . كما يجب التقدير الدقيق إذا ماكانت هناك طرق لإغناء الماء بالمغذيات لزيادة إنتاج الكائنات الحية الدقيقة.

مقاييس اقتصادية :

العامل الاقتصادى الهام فى مشاريع الزراعة السمكية هو ما إذا كان هناك سوق محلية أو للتصدير للمنتج المائى المقترح. كما يجب مناقشة المواضيع التجارية والقروض والتسهيلات المادية. كما يجب التأكد من وفرة الأرض والقوى البشرية وإمكانيات النقل والتخزين فى منطقة المشروع وكذلك القدرة على الإمداد بالأسمدة ومواد العلف وأدوات الصيد وقطع الغيار وغيرها .

مقاييس اجتماعية :

يجب إختبار ما إذا كان للمشروع تأثير ضار على البيئة أو ما إذا كانت هناك عوامل ضارة ربما تنشأ من البيئة. كما يجب الثبوت على ما إذا كان المشروع قد يسبب منافسة للصيادين المحيطين بالمنطقة أو ما إذا كان هناك إمكانية للتعاون مع هؤلاء الصيادين وإدخالهم فى المشروع. كما يجب التأكد من أن استخدام الماء للزراعة السمكية ليس له تأثير غير مرغوب على الملاحة أو الرى ولأى مدى يقدر الفقد بالسرقة.

إرشادات لاختيار الكائنات المائية :

كقاعدة بيولوجية عامة يمكن القول بأن الأسماك أكلة العشب وأكلة الفتات أو التى ترشح الماء وكذلك القشريات تعتبر أكبر منتجات للبروتين وتعطى محصولا وفيرا من البروتين الحيوانى فى وقت قصير. وفى حالات عديدة تنتج هذه الحيوانات أكثر عند إمدادها بالغذاء فى صورة فضلات زراعية كالرجيعة ومسحوق فول الصويا ولب ثمار البن، أو إذا تم تسميد الأحواض بالأسمدة الطبيعية أو الصناعية. وعلى الجانب الآخر نجد أن إنتاج الأسماك آكلة اللحوم والجمبرى يكلف فى تغذيتة الكثير ويتطلب تقنية خاصة. وعلى ذلك تكون تكاليف الاستثمار والإنتاج عاليه جداً، ويمكن عدل الإنتاج فى الدول النامية إذا اقترض النقد الأجنبى لتحسين ميزان المدفوعات بتصدير هذا المنتج (الترفيهى) إلى البلاد الصناعية.

إختيار الأنواع الأكثر ملاءمة لمشاريع الزراعة المائية يجب أن يتم بشكل فردى فى كل حالة. ويؤخذ فى الإعتبار النقاط التالية :

- طلب المنتج يجب أن يتم من قطاع عريض من السكان قدر الإمكان.
- من المرغوب زيادة توزيع الكائن المائى على مساحة عريضة.
- الكائن المائى يجب أن يحتل قاعدة السلسلة الغذائية.

- يجب أن تكون هناك إمكانية لإنتاج نوع الكائن المائى المختار فى مزرعة مختلطة مع كائنات أخرى.
- يجب فهم العملية التناسلية للكائن المائى المختار وكذلك احتياجاته الغذائية ومعدل تحويله للغذاء ونموه وعمره يجب تقديرها .
- يجب تقرير طريقة الزراعة للنوع المعين .
- يجب التأكد من أن الكائن المائى غير حساس للأمراض وللتغيرات فى الخواص الطبيعية والكيماوية للماء.
- إنه يمكن حفظ المنتج بالطرق الأولية أو الحديثة.

لايوجد كائن مائى تتوفر فيه هذه الشروط جميعها، لكن هناك بعض الأنواع من الكائنات المائية يمكن ذكرها على سبيل المثال :

ماء عذب : أنواع المبروك الصينى والهندى، المبروك، البلطى، القراميط، جمبرى الماء العذب.

ماء شروب ومالح : بورى ، سمك اللبن، المحار ، الجمبرى.

ولقد درست هذه المخلوقات المائية (والتى يمكن أن تصير أكثر أهمية خاصة فى البلدان الحارة وشبه الحارة) بالتفصيل على الصفحات التالية . تم استيراد أنواع السمك القريبه إلى أوربا وشمال وجنوب أمريكا، وبعض أنواع السمك التى أدخلت بنجاح أدت فى الواقع إلى خسائر كبيرة غير متوقعة. مثال على ذلك المبروك فى الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا وكولومبيا، أدى إلى إتلاف النباتات المائية بتحريكها لقاع الماء مما أضر بالحيوانات المائية المحلية. وقد أدى ذلك إلى ضرورة إبادة قطعان المبروك التى أدخلت إلى كولومبيا لحماية نباتات وحيوانات الماء القومية. مبروك الحشائش استورد بنجاح من الصين إلى روسيا ورومانيا والمجر، إلا أنه فى المجر أصيب بالعديد من الديدان الطفيلية الغريبة. ولما كان مبروك الحشائش يتغذى على النباتات الراقية، فإنه تراعى فى تخزينه احتياطات محدده وضرورية حتى لايبيد الكائنات (نباتيه وحيوانية) المائية المحلية. لذلك وضعت المجر وأمريكا قواعد دقيقة لتخزين مبروك الحشائش لحفظ التلف البيئى فى حدود خوفا من زيادته فى ظروف معينة. كما أن أسماك الكراكى Pike التى أدخلت إلى إيرلندا هاجمت السالمون والتراوت المحليين وخفضت من قطعانهما بشدة.

إن إدخال نوع جديد من الكائنات غالبا مايخفض من عدد الأنواع فى البيئة مما يضر بالاتزان الطبيعى بطريقة غير محسوبة ، وهذه التغييرات ليست من السهل التغلب عليها وعكسها . والأنواع حديثة الدخول لاتستطيع الحياة فى ظروف مياه غريبة دون تغيير عالم النبات والحيوان المحيط بها. وأكثر من ذلك أنها تنتشر عاجلا أو آجلاً إلى الماء حيث إنها غالباً ماتُعادى.

على أى الحالات فإن الظروف تكون مختلفة عند تخزين السمك الغريب فى مياه صناعية (خزانات أو برك صناعية)، لأن هذه المياه لاتكون نظاماً بيئياً طبيعياً كما يمكن التحكم فى التخزين. وإذا كان ممكناً

فيجب إدخال أنواع السمك الأجنبية فقط والتى لاتستطيع التكاثر دون تحكم فى الظروف الجديدة. وبهذه الطريقة يمكن منع التغييرات غير المرغوبة فى النباتات والحيوانات المحلية.

وعلى أى الحالات فهناك توصيات يجب مراعاتها عند تخزين كائنات مائية غير محلية منها :

١- يجب فهم بيولوچية الكائن المائى فى بيئته الطبيعية وكذلك علاقاته مع الكائنات الأخرى فى النظام البيئى بما فيه الطفيليات وجراثيم الأمراض.

٢- عواقب الاستيراد إلى بيئة غير محلية يجب (إذا أمكن) أن تقدر بدقة وتؤخذ فى الإعتبار وكخبرة عند إدخال هذا الكائن المائى أو الأنواع المرتبطة إلى مناطق أخرى. وإذا لم تظهر أى حقائق لإعاقة إدخال الأنواع غير المحلية، فيجب إتباع طريقة الإستيراد التالية :

أ- تكاثر الأنواع المستورده يجب أن يتم فى حجر بيطرى quarantine فى مفرخ hatchery فى البلد المستورد، بعدها يمكن وضع الصغار فى البيئة الطبيعية للتأكد من عدم إظهارها أى علامات مرضية أو عدوى طفيلية. وتراقب الآباء جيدا خلال فترة الحجر البيطرى. وعلى أى حال فإن استيراد بيض للتفريخ أقل خطورة من استيراد الآباء ذاتها لغرض التناسل.

ب- ويمكن استيراد البيض أو اليرقات إذا كان غير ممكن إحداث التناسل. وفى هذه الحالة فلاداعى للحجر البيطرى. وعلى أى حال فيجب أخذ كل احتياط يمنع إدخال كائنات غير مرغوبة.

جـ- يجب الملاحظة المستمرة للكائنات المائية غير المحلية.

د- يجب تعقيم كل ماء متخلف من مفرخ المحجر.

إنه رغم تطور الصيد فى الأربعة عقود السابقة فمازال نصف الأسماك البحرية (من الماء المالح) الموجهة للاستهلاك الآدمى على مستوى العالم يقوم بصيدها صغار المصايد، إذ يقوم ١٠ مليون صياد بصيد حوالى ٢٠ مليون طن سمك سنويا. ورغم تزويد القوارب بالمواتير canoes motorizotion وإدخال الشباك النايلون فإن تكنولوجيا الصيد لصغار الصياد من عديد من بقاع العالم ظلت دون تغيير لعقود من الزمن بتأثير الوضع الاقتصادى للدول النامية التى تعانى من قصور رأس المال والنقد الأجنبى وارتفاع أسعار البترول والتخلف المزمن. وصغار المصايد تستوعب ٩٠٪ من الصيادين .

إن إدارة المصايد والمزارع عبارة عن نظام قائم على المصادر (السمك) والصناعة (الصيد والتصنيع) والتجارة (تسويق) وبين هذه العناصر روابط هامة.

فالمصدر عبارة عن قطيع أنواع الأسماك والبيئة الطبيعية المناسبة أو الموطن. فمسئولية إدارة المصايد هنا حماية هذا الموطن والمحافظة على قطيع الأسماك فيه. وتتطلب الإدارة الذكية إلى معلومات عن

حجم القطيع وسلوكه واستجابته لشدة الصيد.

وصناعة السمك تشمل جمع المحصول (أو الصيد) وتختلف منظماته بشدة من مكان لآخر طبقا لعوامل تاريخية واقتصاديه واجتماعيه وسياسية. أما تصنيع الأسماك فيشمل التشفية والتجميد والتمليح والتعليب وهى صناعة لازمة للتخزين والنقل للأسواق البعيدة وعند موسمية الإنتاج أو الاستهلاك (الطلب على المنتج). وتتحقق اقتصاديات تصنيع الأسماك من خلال منظمة عمل من خلالها يتم شراء كم كبير لتعزيز متطلبات السوق من خلال عمل مكثف.

التجارة من خلال التسويق والتوزيع، وتتأثر بصناعة الصيد وبالتكاليف الزائدة والتى قد تكون مصدرا لضعف المنافسه ضد منافس أكثر تنظيماً.

تخطيط مشروعات تربية الأسماك شأنها شأن المجالات الإنمائية الأخرى من حيث الأسس وهى :

١- الجانب الحياتى أساسا مثل نوع الأسماك الملائمه.

٢- الجانب الفنى الحياتى أى توافر الزريعة وأساليب التوالد المستحدثه والتغذية والمراقبة الصحية (أمراض ومقاومة).

٣- والجانب المادى المتعلق بالأمراض وملاءمة التربة والمياه والتضاريس .

٤- الجانب الاقتصادى مثل الأسواق وتكاليف الإنتاج وأسعار الأسماك ومستوى الطلب عليها.

٥- جانب اجتماعى وثقافى مثلا التغذيه الصناعيه للأسماك فى بعض البلدان خاصة فى المناطق الريفيه تثير الضحك للبعض ممايجعل إنتشار مزارع الأسماك أمرا صعبا ، كما أن مشروعات تربية الأسماك ليست مجالا لاستخدام أعداد كبيرة من الأيدى العاملة لموسمية الإنتاج وإحتياجاته لقلة مدربه من العمالة، كما أن دخول الإنتاج المكثف بجهود حكومية ينافس المزارع الصغيره ويهدد صغار الصيادين بالبطالة ويضر بمصالح الفلاحين المجاورة أراضيهم لمزرعة حكومية، إذ عندما تريد شركة حكومية التوسع يسهل لها نزع ملكية أراضى الأهالى من حولها. كما أن دخول خبرات أجنبية لتخطيط وإنشاء مشاريع سمكية كبيرة فى البلدان النامية كثيراً مايغيب عن هذه الخبرات احتياجات القطاع العيض من الشعب من نوعية معينة من السمك حجماً وذوقا (طعما) وسعرا مما يكون له أثر على سعر المنتج حتى يتم تسويقه وما يحدث من تغيير فى العادات الغذائية للشعوب. كما أن إنشاء مثل هذه المشاريع المكثفة كوسيلة إرشادية لصغار الفلاحين أمر غير معقول، لأن القدرات المادية لهؤلاء الفلاحين لاتمكنهم من تعلم تكنولوجيا حديثة أو من شراء أعلاف وعلاجات وأسمدة وإقامة مبانى وشراء زريعة إلى غير ذلك، وعليه فقد يحجموا عن الصيد كلية لمنافسة المشاريع الكبرى لهم، إلا إذا كانوا مستهدفين من قبل الحكومات بتحسين أوضاعهم فتوفر لهم الظروف الطبيعية والتسويقيه وأن يكونوا ذاتهم مقتنعين ومؤيدين للتغيير بناء

على مؤشرات مقنعة بالفائدة الاقتصادية من مزارع الأسماك على أن تراعى الحكومات عدالة توزيع الموارد الطبيعية على مزارعى الأسماك (كالأراضى والمياه) وتوفر للمزارعين احتياجاتهم من الزريعة والعلف والمعدات والخدمات الوقائيه من الأمراض والعلاج والإرشاد والإئتمان والأسواق. وأخيرا فإن من الضرورى تقييم التكاليف والفوائد (الإجتماعيه والماليه والاقتصاديه والأيكولوجية) تقييماً انتقاديا وواقعيا دون محاباة.

وعموماً فإن مشروعات تربية الأسماك لابد من دراستها على أساس منظور شامل لا عن زاوية اقتصاديه صرف تقوم على اعتبارات الربح بل يجب أن تبدأ الدراسة باستقصاء مدى إسهامها فى التخفيف من حدة سوء التغذية.

لنجاح التسويق (كأحد عوامل إدارة مزارع الأسماك) لابد من دراسة احتياجات المستهلك سواء من حيث الأنواع المرغوبة وحجم السمك وجودته وتدريجه وفى أى شكل وبأى سعر وهل هو طازج أو مجهز، وفى أى وقت ومكان مناسب للتسويق. وتشمل تكاليف الإنتاج تكاليف ثابتة (تأمين – ضرائب – قسط سلف – استهلاك أحواض – استهلاك قوارب – استهلاك سيارات – تكاليف تسويق) وتكاليف متغيرة (سعر فقس السمك – التغذيه – السماد – الوقود – عمالة – ثلج وتغليف – صيانة) والفرق بين ثمن البيع (الدخل) وإجمالى التكاليف هو الربح أو الخسارة. ويتوقف الربح على خفض التكاليف وزيادة الدخل برفع كمية السمك المباع ورفع سعره. وتتوقف كمية السمك على معدل أو كثافة التخزين ومعدل النمو والحيوية والتى تتوقف بالتالى على الإدارة ونظام التنمية والسماد والغذاء. بينما السعر للسمك يتوقف كذلك على اختيار السوق وشكل المنتج وجودة السمك وتوقيت البيع. ومن العوامل المؤثرة كذلك على الدخل من بيع السمك وتكاليفه :

١– جودة الماء، خاصة مع كثافة تخزين السمك تحتاج لترشيح وضخ يزيدان التكاليف، لذا يجب مقارنة تكاليفها مع المنفعة منها.

٢– التحصينات تخفض من الإصابة بالأمراض وتحسن الجودة ويقل الفقد لكن ينبغى مقارنة المنفعة منها مع التكاليف.

٣– التصنيع يشكل تكاليف إضافية، فلاتتبع إلا إذا كان سعر السمك المصنع عاليا.

٤– نظام مزارع السمك ، إذ غالبا ما ينفق كثير من المال فى المزارع الكبيره كتكاليف ثابتة للبناء وغيره، بينما المزارع الصغيرة تتكلف أقل كثيرا فى البناء، كما أن المزارع الكبيره تنفق الكثير فى نظام الماء والغذاء للحصول منها على قدر كاف من السمك كما يتم تسويق السمك منها عن طريق وسطاء بينما فى المزارع الصغيرة يصل منها السمك مباشرة إلى المستهلك .

اقتصاديات الاستزراع السمكى Economics of aquaculture .

لإنتاج منتج بيولوجى مائي بتكاليف منافسة وقابل للبيع ليحقق ربحا معقولا، فهناك وقتا متطلبا لبلوغ معارف بحثية علمية مؤدية لتطوير وتحسين التكنولوجيا وتطويع هذه التكنولوجيا لتطبيقها فى الصناعة.

تختلف أهمية الأسماك المختلفة للسوق، وبالتالي يختلف سعرها، على أساس نظرية العرض والطلب، ومدى منافسة المنتج المحلي، ومدى دعمه لهذه المنافسة. وتزيد الأربحيه من أنواع معينة لكنها نادرة، كماتزيد الأربحيه لوباع المنتج بنفسه إنتاجه سواء كما هو أو بعد تصنيعه، كما تزيد الأربحيه من الأسماك لو بيعت لإعادة تخزينها في المجارى المائية سواء للهواة لإعادة صيدها، أو للمنتجين لغذاء الإنسان من الأسماك.

ولما كان النقل يؤذى السمك، وينتج عنه أمراض وضغوط بيئية تعرض السمك للعدوى، فإن السمك المنزلى (المحلى) يكون أكثر امتيازا. وتشكل الرعاية فى حد ذاتها جزء أو كل الدخل للمزارعين المدربين.

وإن لمن المألوف ألا تربح مزارع السمك فى الأحواض الحديثة، بينما إنتاج السمك لإعادة تخزينه يكون مربحا، وهذه حقيقه معروفه. فيجب عمل حساب نسبة كبيرة للمخاطر الناجمه من أمراض السمك، وظروف الطقس، والطفيليات والمفترسات، وظروف المياه، ومتبقيات التسويق. وقد يزيد الربح عند تعدد أنواع السمك فى ذات المزرعة، ممايزيد الإنتاج فى الحوض.

وأخيرا يجب معرفة أن السمك ليس آلات يمكن توقع أداء معين منها، إذ أن الافتراضات الموضوعة لأداء نموها عادة ماتكون أكثر من متفائلة ، بما يخفض معها ظاهريا من تقدير التكاليف (على أساس كثرة الإنتاج) . وعموما فإن نظم رعاية السمك الحديثة تتطلب أشخاصاً ذوى خبرة ومهارات فائقه فى ميادين شتى، وحتى الآن لاتوجد برامج تدريب مقبولة لإعداد هذه المهارات، بل كل شىء متروك للملاحظات الفردية.

الطلب Demand :

ويقصد به العلاقة بين كميات المنتج والمستهلك الذى سيشترى وهى علاقة تحددها عوامل مثل سعر المنتج ومستوى دخل المستهلك وأسعار المنتجات البديلة وحجم السوق أو العشيرة المستهلكة للمنتج. وهذه العلاقات محددة بذوق وتفضيل المستهلك.

سعر المنتج Price of the product :

هناك علاقة بين الطلب والسعر، إذ يشترى المستهلك كميات أكبر من المنتج ذى الأسعار الأقل عن ذى الأسعار الأعلى، ولذلك فالمدى الذى ينخفض إليه السعر ليزيد الاستهلاك يعد ذا أهمية فى صناعة مزارع الأسماك، إذ أن الأنواع التى تنخفض أسعارها ويزيد استهلاكها تعد أصنافا غير حيوية اقتصاديا. فنمو الصناعة بوجه عام يتوقف على امتداد وتوسع الإنتاج الذى يعتمد جزئيا على ارتباطه بالسعر الذى يرتبط بالتالى بالمعروض.

مستوى دخل المستهلك Consumer income level :

هناك من المؤشرات مايدلل على أنه داخل مدى معين من الدخول فإن الطلب على المنتجات البحرية يقل بزيادة مستويات الدخل وتفسير ذلك ربما ارتفاع سعر المنتجات البديلة الأخرى (والتى قد تكون بحرية كذلك) بما يوافق الزيادة فى الدخل وذلك ثابت مثلا لبعض الأنواع كالسالمون المعلب. وإن كان هذا الفرض أو

العلاقة ليست مميزة لمعظم المنتجات البحرية.

أسعار الأغذية الأخري Price of other foods:

يتأثر المطلوب من المنتجات المائية بأسعار الأغذية الأخرى البديلة والتى قد تكون مائية الأصل كذلك، ويتوقف الإحلال فى هذه السلع على معايير منها القوام والمحتوى الغذائى للمنتج، وتختلف درجة وطبيعة الإحلال على الصور التى يباع عليها المنتج وكذلك على ما إذا كان المنتج يصل فى صورة نهائية ليد المستهلك أم هى ضمن مكونات تدخل فى منتجات أخرى.

عدد المستهلكين Number of consumers :

يزداد عد المستهلكين طبيعيا بزيادة تعداد السكان أو من خلال تغييرات العمر والجنس والنوع لعشيرة ما. ففهم دور هذه العوامل فى طلب المستهلك للمنتجات المائية يساعد على توجيه الاقتصاد الحيوى ويفسر نمو صناعة المزارع السمكية. وقد يتحكم المنتج فى حجم عشيرة الاستهلاك من خلال عمليات الإعلان والتصدير.

ويمكن تلخيص العوامل الاقتصاديه المؤثرة على عائد المزارع السمكية فيما يلي:

تكاليف التغذية (وهى أكبر عامل من عوامل اقتصاديات الإنتاج، إذ تبلغ حوالى ٥٠٪ . من إجمالى تكاليف الإنتاج وأقل تغييرات فى سعر العلف وفى كفاءة التحويل الغذائى يكون لها عظيم الأثر فى الإنتاج. والبروتين الحيوانى والحبوب هى أهم مكونات علف الأسماك، ويتنافس مع السمك فيها الاستخدامات الزراعيه الأخرى وفى ظروف معينه كذلك استهلاك الإنسان ذاته)، بالإضافه إلى الفقد الناتج من الأمراض والافتراس، وطرق الإنتاج المثلى، ومشاكل التسويق (التى تمتد من الإنتاج الى الاستهلاك، فهى تتناول عمليات الحصاد والنقل والتجهيز والتخزين حتى البيع للمستهلك ومايتخلل هذه العمليات من تلف وتدهور فى الصفات والمفروض أن يصل السمك للمستهلك بنفس الجودة المصاد بها).

ويجانب الأسماك فهناك كثير من الحيوانات الأخرى الهامة للإنسان والغير مستغلة استغلالا كافياً كالاسفنج، القشريات (جمبرى ، كابوريا أو أبو جلمبو، استاكوزا) والمحاريات أو الصدفيات (مثل أم الخلول، البصر، السرمباق، الملخ)، هذا بجانب الطيور المائية (كالبط والغر والشطرف والبلاشون واللقاط والبلبول والشرشير والخضيرى والبشاروش والسمان) والأصداف واللؤلؤ والطحالب.

إن السمك أكفأ من الإنتاج النباتى واللبن معاً ومن إنتاج الدواجن من حيث قيمة الإنتاج الصافية لوحدة المساحات ومن حيث المكسب (الربح) لكل وحدة سعر فى رأس المال الثابت ومن حيث الربح لكل وحدة من المساحة المنتجة، إلا أن السمك قد يتطلب رأس مال ثابت كبير. فقد وجد أن صافى الدخل الفدانى النقدى فى المتوسط ٢١٩ جنيه للفدان من إنتاج السمك، بينما متوسط صافى الدخل من الاستغلال النباتى للفدان من الأراضى المستصلحة من نفس البحيرة (المنزلة) حوالى ١١٣ جنيه، كما أن العائد على رأس المال كان أعلى فى زراعة السمك (١٩ – ٥٠٪ حسب مساحة المزرعة) عنه فى زراعة الأراضى المستزرعة نباتيا

من البحيرة (١٤٪) . إلا أن العائد من الفدان فى مناطق هذه البحيرة متباين (٨-٤٨٢ جنيه / فدان / سنه) حسب المنطقة ونوع الإنتاج (فى مزارع أو حوش) وغزارة السمك وخصوبة المياه وانتشار التلوث إلى غير ذلك من العوامل. **وتتوقف اقتصاديات مزرعة الأسماك على عوامل منها :**

١- **مساحة الأحواض :** فكلما زادت مساحة الحوض تنخفض تكاليف الإنشاء، وينخفض سعر الكيلو من المنتج ويزيد العائد الصافى السنوى لكل وحدة مساحة وتزيد الأربحيه.

٢- **كثافة الإنتاج :** ففى مثال إسرائيلى وجد أن الأربحيه فى المزارع شبه المكثفه كانت أفضل من المزارع التقليدية أو المكثفة لزيادة تكاليف الإنتاج المكثف وإن كان العائد من زراعة المبروك فى تشيكوسلوفاكيا قد زاد بزيادة كثافة المزارع، وفى بولندا وجد أن زيادة كثافة الإنتاج تزيد تكاليف التغذية وتخفض بشدة من التكاليف الثابتة ممايزيد الأربحيه والعائد بزيادة كميات العلف المستهلك/ وحدة مساحة أى بزيادة كثافة الإنتاج.

٣- **مستوى التسميد :** فقد وجد فى روسيا أن زيادة التسميد تزيد الإنتاج ومعدل الحيوية وتحسن من الكفاءة الغذائية وتخفض من تكاليف التغذية / كجم وزن سمك ، كما فى مثال إسرائيلى فإن التسميد يقلل تكاليف التغذيه ويزيد الربح وإن اختلف قدر التحسين باختلاف نوع السماد، فكان زرق الطيور أفضلها فى العائد الاقتصادى يليه السماد السائل فالسماد الكيماوى.

٤- **كثافة الزريعة / وحدة مساحة :** وجد فى روسيا أن بزيادتها يزيد الإنتاج / وحدة مساحة لكن ينخفض الوزن الفردى للسمك وتنخفض نسبة الحيوية وتقل الكفاءة الغذائية.

الزراعة السمكية تقدم فرص عمل Aquaculture provides jobs :

يمكن خفض البطالة وترك السكان لأراضيهم وهجرتها بتشغيلهم فى مشاريع الزراعة المائية المكثفه التى تتطلب عمالة أكثر من عمليات صيد السمك من مصادرة الطبيعية وأكثر من الإنتاج الحيوانى الأرضى فالزراعة المائية تتطلب عمالة ماهرة وغير ماهرة. وفى تقرير من تايوان يوضحه الجدول التالى :

الإنتاج السنوى والعمالة المتطلبة سنوياً للزراعات المائية مقارنة بالإنتاج الحيوانى :

المحصول السنوى كجم / هكتار	تكاليف الإنتاج دولار / كجم	احتياجات العمالة كجم محصول / عامل / سنه	نوع الإنتاج
٢٢٢٢	٠,٣٧	٥٠٩٨	ماء مشروب (سمك اللبن)
١٥٣٧	٠,٣١	١٠٤٥٣	ماء عذب (مبروك ، بلطى)
١٢٩٢	٠,١٦	٤٥٥٧٥	ماء سواحل (محار)
—	٠,٤٣	١٢٠٠٠	إنتاج خنازير

فإنتاج سمك اللبن فى الماء الشروب يعطى أعلى إنتاج / هكتار، وأقل محصول سنوى للعامل، مؤديا إلى أعلى تكاليف إنتاج / كجم سمك. بينما إنتاج المبروك والبلطى من الماء العذب أقل فى تكاليف إنتاجه عن سمك اللبن لاحتياجه نصف كمية العمالة. كما أن إنتاج المحار تكاليفها أقل لقلة العمالة المتطلبة. وإنتاج الخنازير يتطلب عمالة أقل من احتياجات المزارع المائيه السمكية لكن تكاليف إنتاجه أكبر من أى من طرق الزراعة المائية نتيجة لارتفاع تكاليف التغذية.

والعمالة التى تخلق لها فرص العمل فى الإنتاج المائى قد تكون مستديمة أو مؤقتة (فى أثناء الحصاد فقط). وفى تقرير المانى عن العمالة والإنتاجات الحيوانية المختلفة يتضح أن إنتاج وحدة الدواجن الآليه عشرون ضعف إنتاج الخنازير المكثف فى السنة لكل وحدة عمالة. وبالنسبة للإنتاجات المائية كان المحار أعلاها إنتاجا سنويا / عامل، والإنتاج المتواضع من المبروك كان راجعاً لعدم إضافة تغذية صناعية لأحواض الصرف الصحى المربى فيها المبروك فانتجت ٣٠ طن لحوم / عامل / سنة.

الاحتياجات من العمالة والإنتاج الحيواني في صور مختلفه :

طن / وحدة عمالة	نوع الإنتاج
١٠٠٠	صيد سمك
٥٠٠	وحدةدواجن
٢٥	إنتاج مكثف للخنازير
٤٠ – ٦٠	زراعة مائية : محار
١٥ – ٢٠	تراوت
٣٠	مبروك

أربحية الزراعة المائية The profitability of aquaculture:

لايمكن عمل حسابات تكاليف وعوائد يمكن تعميمها، لتعدد المتغيرات الملخوذة فى الاعتبار عند عمل هذه الحسابات. وهذا يتوقف على طرق الزراعة المائيه، أنواع السمك، المؤثرات الاجتماعية والاقتصاديه لكل بلد. كما أن نقص الإحصائيات المتاحة تزيد من صعوبة الموضوع. فتختلف كثيراً المصروفات التأسيسية (سعر شراء الأرض، تكاليف بناء الأحواض والحظائر ومبانى الخدمات، تغييرات سنوية) وتكاليف الإنتاج (ثمن قطيع السمك والتغذيه والأسمدة والوقود والأجور) لزراعة كل كائن مائى ولكل طريقة وفى كل منطقه مما يجعل من الصعب عمل حسابات دقيقة مقدماً. لكن لو تم تسجيل دقيق لأوجه الإنفاقات والإيرادات لكل نظام زراعة مائية تحت الظروف المختلفة لأمكن حساب الأربحية.

وفى أحد مشاريع زراعة السمك فى أحواض ماء عذب (مزرعة مختلطة للبلطى مع أحد أنواع آكلات اللحوم) حسبت مكاسب سنوية ٣٢٪ من تكاليف الإنتاج، أو ربح صاف ٢٢٪ من تكاليف الإنشاءات. وإذا كانت أسرة الإنتاج هى المالكة للمشروع فبالطبع ستقل تكاليف الإنتاج ويزيد الربح الصافى. وإذا أضيفت تغذية صناعية يزيد الربح الصافى لأعلى من ٥٠٪ من تكاليف الإنشاء (خاصة لوكانت التغذية رخيصة ومن مخلفات متوفرة كما حدث فى السالفادور بالتغذية على لب بنور البن coffee pulp بنسبة ٣٠٪ من العليقة). فأدت التغذية الإضافية وجودة الاستفادة منها فى البلطى إلى زيادة الإنتاج. كما يزيد الإنتاج بتوحيد الجنس عند زراعة هجن البلطى المذكرة فقط ، حيث لها استفادة عالية من الغذاء ونمو أسرع.

وفى دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة لتقدير أربحية زراعة البلطى منفرداً أو مع خنازير فى أفريقيا الوسطى، اتضح أن الربح الصافى شكل ٥٪ من تكاليف الإنشاء، أو ٢٠٪ من الدخل الكلى. وزيادة الإنتاج بمعدل طن / هكتار تزيد الربح إلى ٨٪ من تكاليف الإنشاءات أى ٢٨٪ من تكاليف الإنتاج.

وهذه الدراسات القليله توضح صعوبة تعميم وتطبيق التقديرات المختلفة، لتباين العوامل المحددة لهذه الدراسة. فالمتغيرات عديدة (مثل وضع السوق، وأسعار الأرض والغذاء والسماد) وهامة عند اختيار أكثر أنظمة الزراعة المائية ملاءمة لإنتاج البروتين، وهى تحدد إذا ماكانت طريقة الإنتاج التى ستتبع مكثفة أو غير مكثفة، وأى الكائنات المائية يجب زراعتها. فإنتاج السمك متباين جدا ويتراوح مابين ٥٠- ٠٠٠ ١٠٠٠ كيلو / هكتار حسب نظام الزراعة والتغذية ونوع السمك وخلافه. وفى إسرائيل مثلا متوسط إنتاج الهكتار من المبروك والبلطى سنويا حوالى ٢٩٠٠ كجم ، رغم أن إنتاج ٠٠٠ ١٠ كجم ممكن فى الزراعة المكثفة . وإنتاج المبروك فى أحواض مسمدة فى إسرائيل ٥٠٠ كجم / هكتار بينما فى الزراعة المكثفة ٢١٠٠ كجم ، وفى أندونيسيا فى مياه الصرف يبلغ ١٢٥٠٠ كجم / هكتار / سنة. والقراميط فى الولايات المتحدة الأمريكية تنتجها فى أحواض غير مكثفة بمعدل ٢٠٠ كجم / هكتار وفى مزارع مكثفة ٢٤٠٠ كجم/ هكتار / سنة. وهذه الأرقام توضح تباين المحصول حسب طريقة الإنتاج والبلد.

مقارنة الزراعة المائية بالإنتاج الحيواني

A comparison between aquaculture and livestock production:

فى الزراعة الأرضية ، تستخدم الحيوانات آكلة العشب أساسا لإنتاج البروتين الحيوانى، ونفس الشيء فى الزراعة المائية للبروتين الحيوانى كما فى إنتاج انواع المبروك آكل النباتات والهوائم، والبلطى ، سمك اللبن، البورى وغيرها . وإن كان فى الدول الصناعية يتم إنتاج سمك الرفاهية العالى الذى يحول بروتين حيوانى لبروتين حيوانى آخر، مثل التراوت والسالمون والقراميط. لكن طورت هذه الدول من علائق الأسماك آكلة اللحوم لتحتوى مخلفات كمسحوق الريش والخميرة وغيرها كثيراً.

وبتحسين جودة الغذاء وطرق التغذية وظروف الرعاية أمكن خفض نسبة التحويل الغذائى، كمقياس للاستفاده الغذائية ، إلى ٣ : ١ فى الخنازير، ٢,٥ : ١ فى الداوجن، وأفضل أرقام للسمك ٢ : ١ فى المبروك، ١,٥ : ١ للتراوت، وهى أقل عنها لكل الحيوانات ذوات الدم الحار.

مقارنة نسب التحويل للحيوانات الزراعية الأرضية وللأسماك المستزرعة :

الحيــــوان	التغذيــة	التحويل الغذائى
خنزير	مركزات	٣ : ١
ماشية	دريس	٨ : ١
ماشية	حشائش	٤٠ : ١
ماشية	مركزات	٥ : ١
دواجن	مركزات	٢,٥ : ١
مبروك	غذاء طبيعى	١٥ : ١
مبروك	غذاء جاف محبب	٢ : ١
مبروك حشائش	نباتات	٤٠ : ١
تراوت	لحم سمك	٦ : ١
تراوت	غذاء جاف محبب	١,٥ : ١

ورغم أنه تحت الظروف الطبيعية نجد أن زراعة الأرض بالحيوانات فى أوربا الوسطى تدر عائدا أكثر من تربية السمك، ولاتكون زراعة أسماك الماء العذب ذات أهمية، إلا إذا قلت أربحية استغلال الأرض بالمشاريع الأخرى، أو إذا كان لأنواع السمك المستزرعة قيمة تسويقية عالية. وزراعة الحيوانات الأرضية فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ليست بنفس إنتاجيتها فى أوربا، لذلك فتربية الأسماك فى البلاد الدافئة غالبا ماتكون أكثر أربحية عنه فى أوربا للظروف الجوية. وتشير إحصائيات العالم أن تكاليف إنتاج البروتين من أسماك البحر نصف تكاليف إنتاج البروتين من الماشية.

مقارنة الإنتاج السنوى للهكتار لمختلف مصادر البروتين الحيوانى فى وسط أوربا

الإنتـــــاج	كجم / هكتـــــار
لبـــــــن	٤٠٠٠
لحم عجول (مراعى)	٧٢٣ – ٩٣٩
مبروك (أحواض مسمدة)	٥٠٠

مقارنة الزراعة المائية بصيد البحر
Aquaculture compared with sea fishing:

فى الزراعة المائية تشكل تكاليف الإنشاءات من تركيبات الأحواض، وبناء الحظائر، وشراء الشباك، وأدوات الصيد، ووسائل التخزين وغيرها، أما تكاليف الإنتاج فتشمل أسعار قطعان السمك وغذاءها وأسمدتها والأجور. بينما الأمر يختلف فى صيد البحر، فأهم تكاليف الاستثمار فى سعر شراء قوارب الصيد ومعداتها، وأهم مصاريف الإنتاج فى الوقود.

ومع ارتفاع تكاليف الاستثمار، وانخفاض تكاليف الإنتاج لكيلو السمك، فإن صيد البحر ينتج كميات أكبر من زراعة الماء الشروب أو العذب. فتكاليف الإنتاج من الزراعة المائية ضعف إلى ٥ أضعاف زيادة عن تكاليف إنتاج السمك من البحر، إلا أن الزراعة المائية يمكن أن تحقق ربحا صافى عالياً رغم ذلك بسبب جودة المنتج وشهرته، كما حدث فى تايوان فزاد الربح الصافى لضعف الربح من الصيد كما يوضحه الجدول التالى :

مقارنة صافى الربح بين الصيد والزراعة المائية فى تايوان (٪ من الاستثمارات)

مصـــدر الســـمك	٪ ربح صافــى
صيد البحر – تونة المحيط	٢٠
صيد البحر – شواطـــىء	١٦
زراعة بورى – ماء شـروب	٣٥
زراعة مبروك – ماء عـذب	٣٤

وحتى الآن، فإن صيد البحر يمد الأسواق بكميات وفيرة من السمك الرخيص، فمازالت زراعة الماء بهذه الأسماك فى الطور الجنينى. وبقى أن نرى ما إذا أمكن البحر إنتاج مزيد من السمك الرخيص بزراعته عن صيده التقليدى.

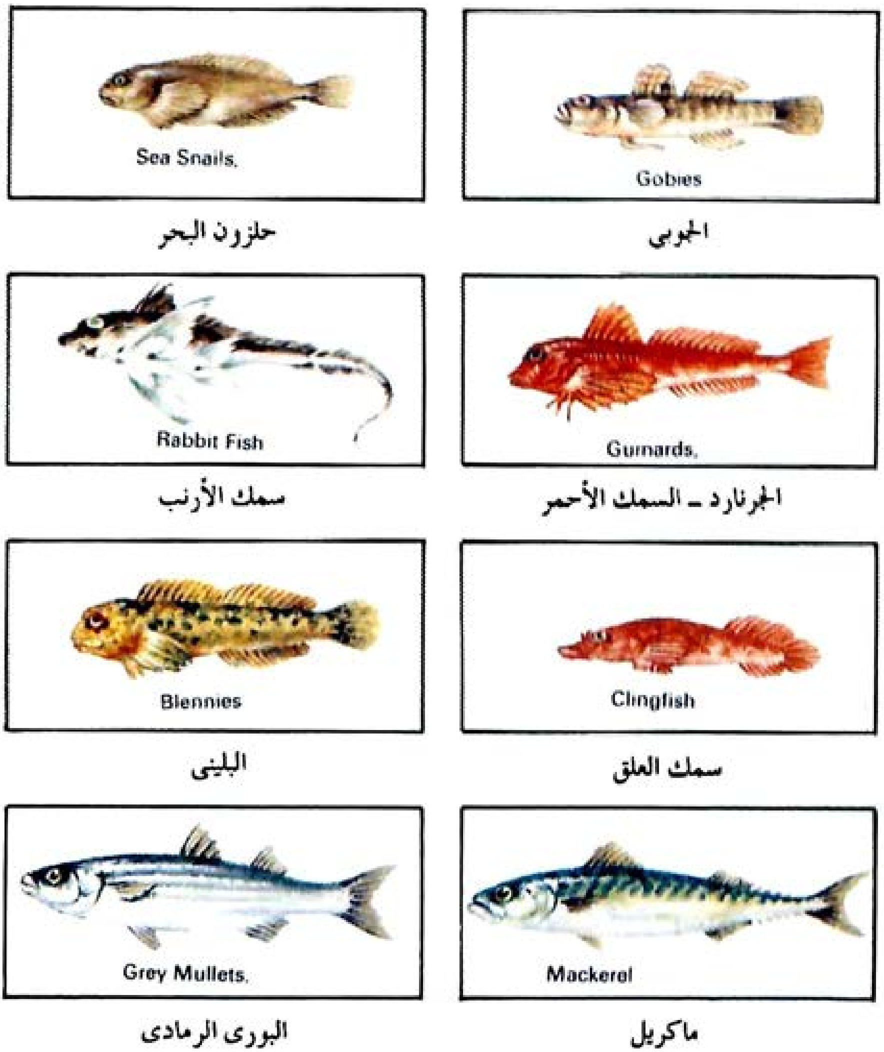
وعموماً فإن تكاليف الزراعة المائية يتوقع لها أن تنخفض نتيجة التقدم فى مجال التكاثر الصناعى،

وجودة طرق رعاية الزريعة، والنجاح في تربية الهجن، وزيادة الإنتاج (بالطرق المحسنة لتهوية الماء وتنقيته، وزيادة استخدام التغذية الصناعية) كلها ستخفض من تكاليف الإنتاج.

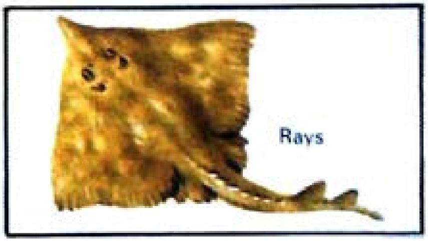
وعلى الجانب الآخرفإن صيد البحر يخشى عليه من تكاليف الوقود والزيت التي لن تنخفض، وخطورة زيادة الصيد الغائر أو الغزير، والتلوث لمياه الشواطيء، وامتدادات المياه الإقليمية.

لقد قدرت منظمة الأغذية والزراعة الموقف الحالي للزراعة المائية بإنتاج حوالي ٦ مليون طن من الكائنات المائية المستزرعة، ويمكن زيادة هذا الإنتاج عام ٢٠٠٠ إلى حوالي ٥-١٠ أضعافه إذا تمت زيادة الاستثمارات، ووضعت قوانين ملائمة، وأقيمت دراسات مكثفة ، ودربت العمالة اللازمة، وطورت المعاهد المختصة بالزراعة المائية. واليوم يستخدم حوالي ٤-٦ مليون هكتار على مستوى العالم للزراعة المائية، منها ٩٠٪ مستخدمة لزراعة الأحواض بالأسماك الزعنفي التي تمدنا بحوالي ٧٥٪ من الإنتاج الكلي للزراعة المائية.

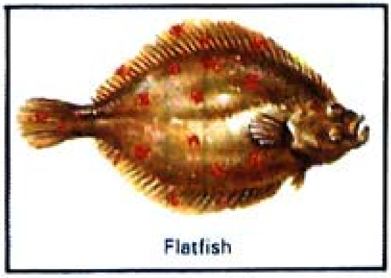
ملحـق
صـور الأسماك الملونـة



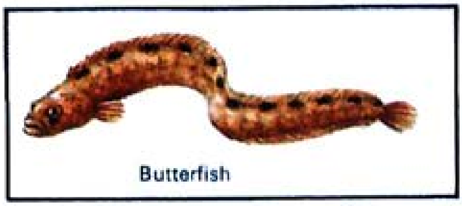
شكل (١ ـ أ) نماذج مختلفة من الأسماك البحرية لإيضاح اختلافها فى الألوان والأشكال (تكوين الجسم ـ تركيب الزعانف ـ موضع فتحة الفم) .



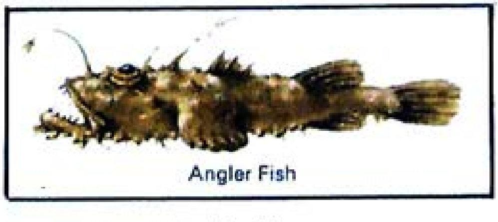
الراى



سمك مبطوط

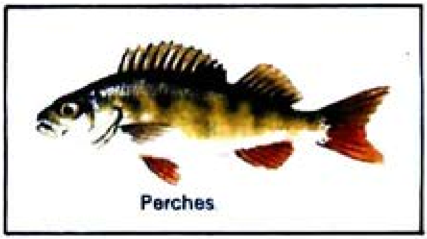


السمك الرخو

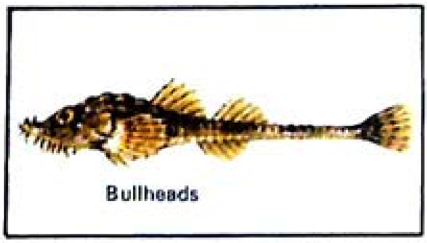


[illegible]

شكل (١ ـ ب) نماذج مختلفة من الأسماك البحرية لإيضاح اختلافها فى الألوان والأشكال

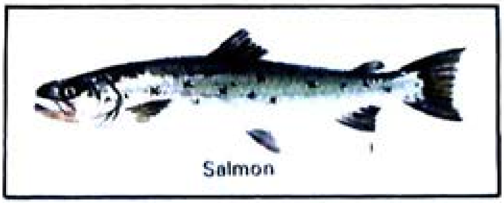


فرخ قشر



رأس الثور

شوكية الظهر



سالمون

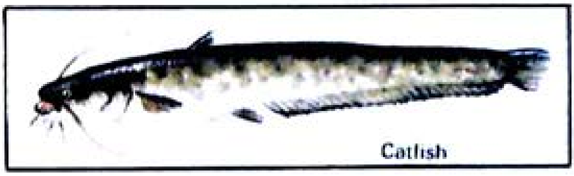
حنشان

شكل (٢) نماذج لأسماك بحرية نهرية .

مبروك

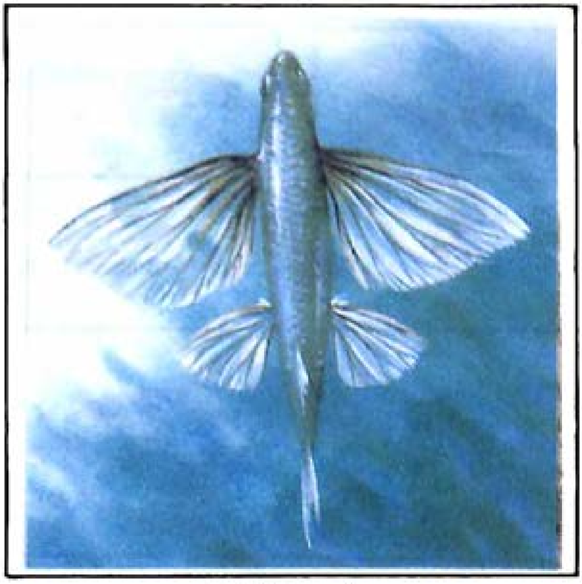
صبوغة

كراكى



قرموط

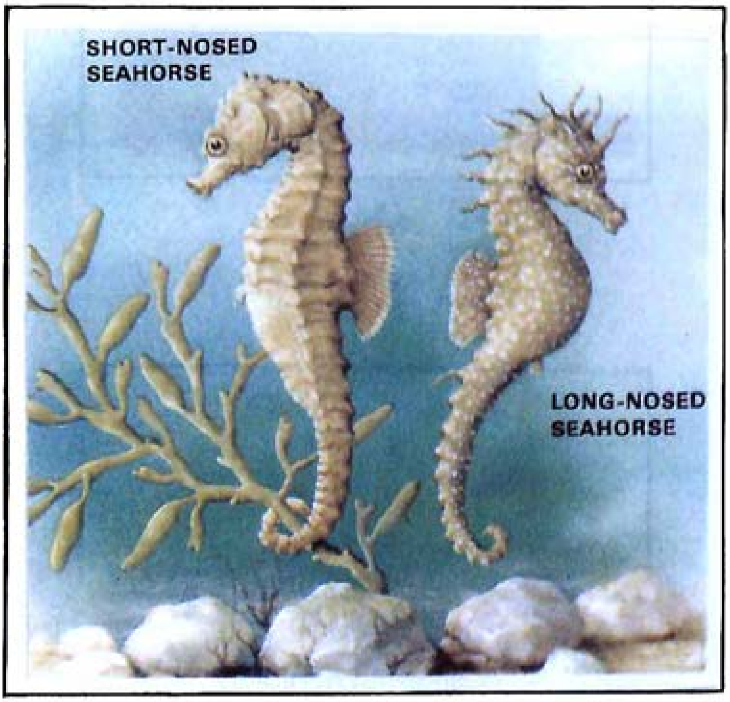
شكل (٣) : نماذج لأسماك نهرية .



السمكة الطائرة

(Flying Fish)

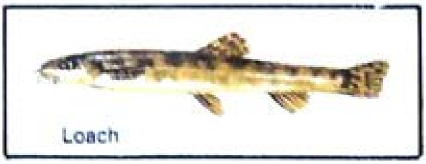
(Exocoetus obtusirostris)



حصان البحر قصير الأنف (Hippocampus hippocampus)

وحصان البحر طويل الأنف (Hippocampus ramulosus)

شكل (٤) : نماذج لأسماك غريبة الشكل .



اللوتش

(Noemacheilus barbatulus)

السمك الماص

(Lepadogaster lepadogaster)

رأس الثور

(Cottus gobio)

حلزون البحر

(Liparis liparis)

التنين الشبكى

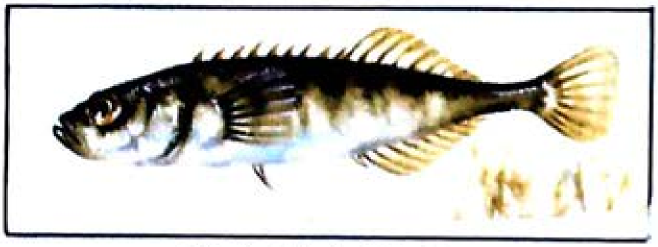
(Callionymus reticulatus)

شكل (٥ ـ أ) نماذج لأسماك الزينة

شوكي الظهر ذوالثلاث شوكات

(Three-Spineb Stickle back)

(Gasterosteus aculeatus)

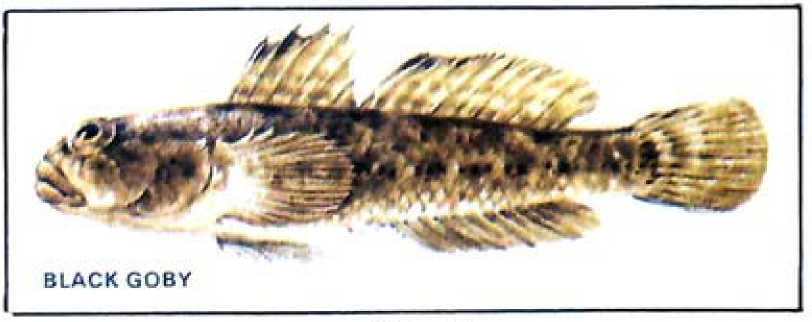


شوكي الظهر ذو العشر شوكات

(Ten-Spined Stickleback)

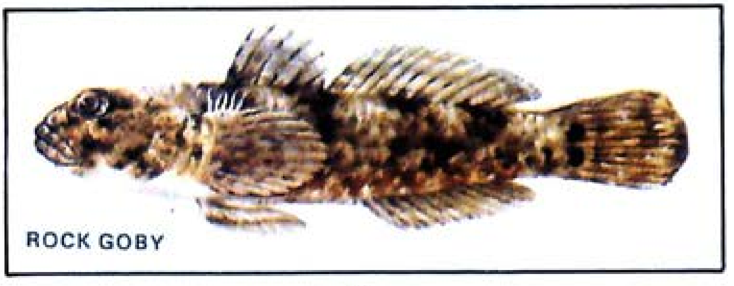
(Pungitius pungitius)

شكل (٥ ـ ب) نماذج لأسماك الزينة



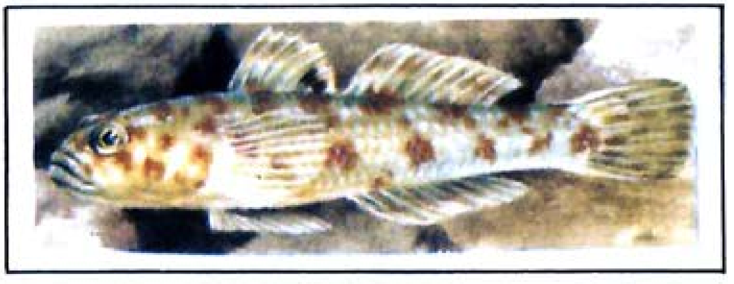
الجوبي الأسود

(Gobius niger)



جوبي الصخور

(Gobius paganellus)



جوبي مبقع

(Leopard spotted Goby)

(Thorogobius ephippiatus)

شكل (٦ ـ أ) : أسماك الجوبي

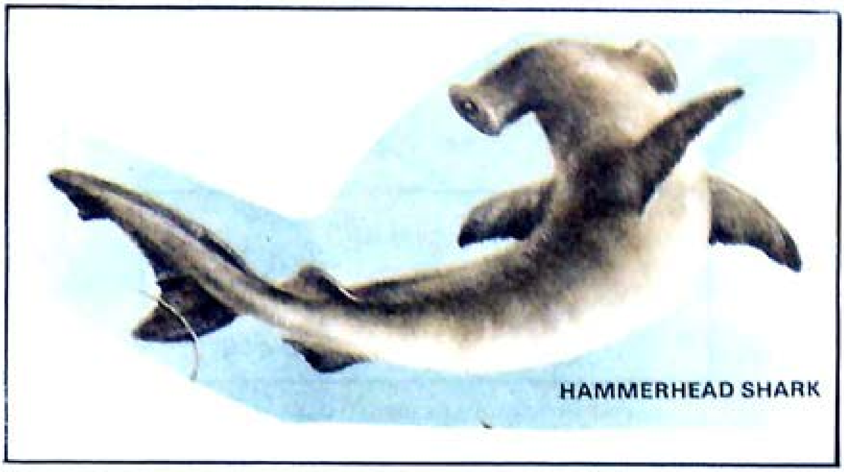
الجوبى الملون (Pomatodchistus pictus)

الجوبى العادى (Pomatoschistus microps)

جوبى ذو بقعتين (Gobiusculus flavescens)

جوبى الرمل (Pomatoschistus minutus)

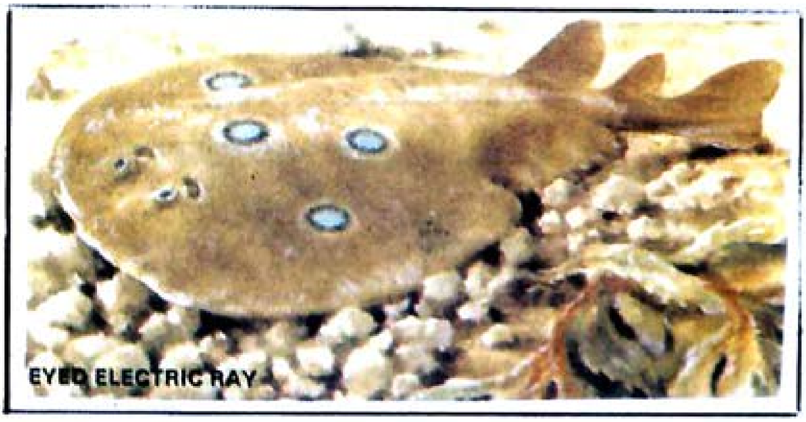
شكل (٦ ـ ب) : أسماك الجوبى



القرش رأس المطرقة

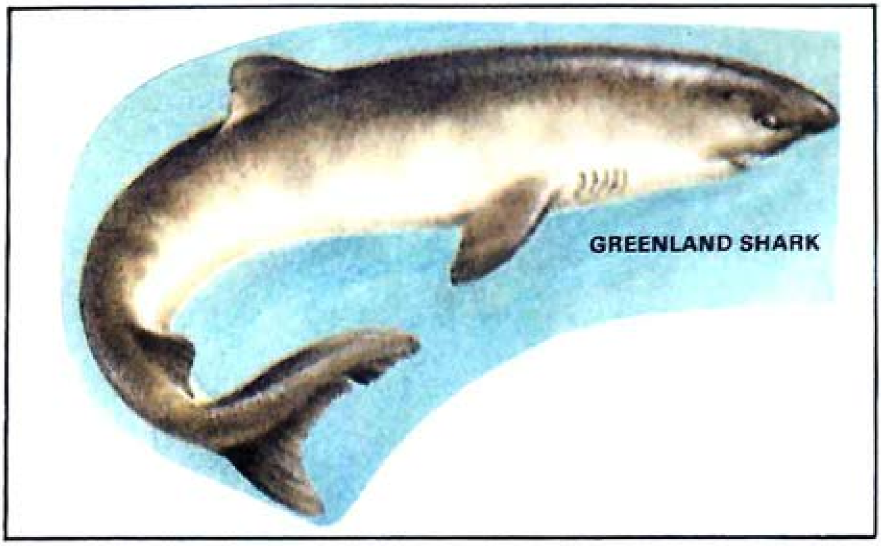
أسماك الجريث

شكل (٧ ـ أ) نماذج لأسماك خطرة

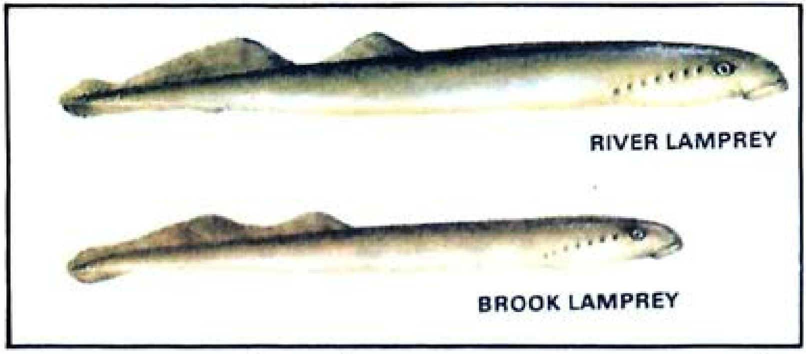


الراية الكهربية أم العيون

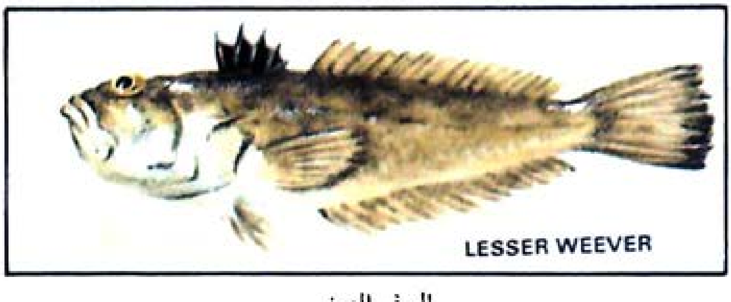
شكل (٧ ـ ب) نماذج لأسماك خطرة



قرش جرنيلاند

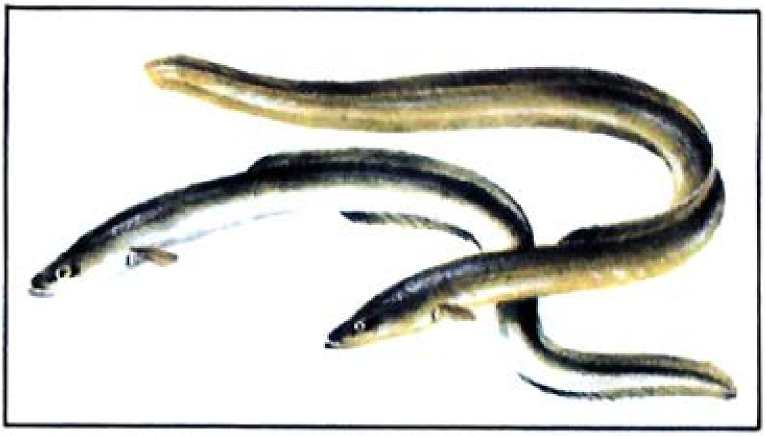


جلكي نهري (Lampetra Bluviatilis)   جلكي جداول (Lampetra planeri)



الويفر الصغير

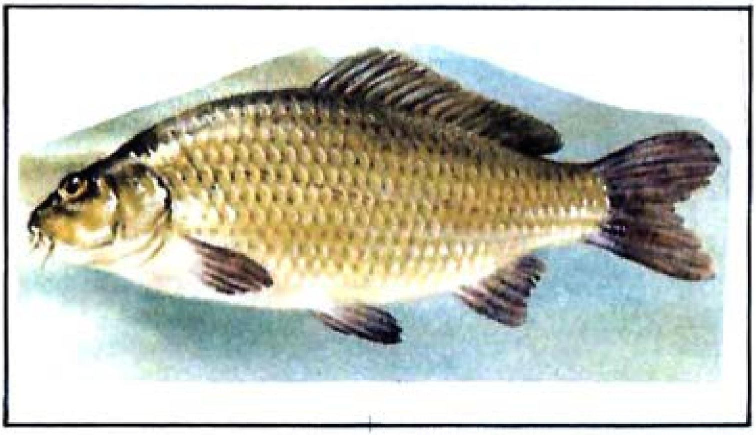
شكل (٨) :نماذج لأسماك خطرة .



ثعبان السمك الأوربى

(European eel) .

(Anguilla anguilla)



المبروك العادى

Common (mirror) carp

(Cyprinus carpio)

شكل (٩ ـ أ) بعض نماذج لأسماك بحيرة السد العالى

سمك راية Raya أو كلب من الماء العميق لبحيرة السد العالى (وزن ٨٠٠جم وطول ٦٥سم) تصنع منها الملوحة

سمك موسى

(من أسماك الماء المالح)

شكل (٩ ـ ب) بعض نماذج لأسماك بحيرة السد العالى

المراجـــــع

أولاً : المراجع العربية :

- إبراهيم على حسن جعبوب (١٩٧٤) ، الحشرات المنزلية - علاقتها بصحة الإنسان والحيوان وأثرها على المواد المخزونة ، دار المطبوعات الجديدة ، الأسكندرية .

- إبراهيم عوض الكريونى ، فاطمة على عبد الرازق ، سعيد محمد عبد الحافظ (١٩٩٢) ، نشرة العلوم وبحوث التنمية ، ٣٧ : ص ٦٣ - ٧٤ .

- إبراهيم محمد الجمل (١٩٨٥) ، فقه المرأة المسلمة ، دار التراث العربى ، الطبعة الثالثة .

- أبو الفتوح عبد اللطيف (١٩٨٥) ، حول الثروة السمكية فى مصر ، المجمع المصرى للثقافة العلمية ، الكتاب السنوى الثالث والخمسون ، المطبعة العالمية ، القاهرة .

- أحمد حماد الحسينى ، إميل شنودة دميان (١٩٧١) ، بيولوجية الحيوان العملية ، دار المعارف ، مصر .

- أسماء إبراهيم ، أشرف الدكر ، حافظ عبد الحميد ، محمد عبد الله ، محمد فتحى محمد عثمان مسعد عبد الجليل الزينى ، عبد العزيز نور ، عبد القادر أبو عقادة ، شيماء شلبى (١٩٩٠) ، الندوة العلمية الثانية فى تغذية الحيوان والدواجن والأسماك ، ٢٦ - ٢٧ ديسمبر ، جامعة المنصورة .

- أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (١٩٨٦) ، الثروة السمكية بمحافظة الشرقية ، (١٩٩٠) تاريخ الحركة العلمية فى مصر الحديثة ، أولا : العلوم الأساسية ، علم الحيوان .

- الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء ، إحصاءات الإنتاج السمكى فى ج.م.ع. ، القاهرة ١٩٩١ م .

- المجالس القومية المتخصصة (١٩٨٢) ، حول استراتيجية الأمن الغذائى ، الجزء الأول ، سلسلة دراسات رقم ١٦ ، مصر حتى عام ٢٠٠٠ ، طبع وتوزيع المركز العربى للبحث والنشر بالقاهرة .

- الهيئة العامة لتنمية بحيرة السد العالى (١٩٨٢) ، مركز البحوث السمكية لبحيرة السد العالى ، وزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى ، أسوان .

- الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية (١٩٨٤ - ١٩٨٨) ، سلسلة النشرات الإرشادية ، أرقام (١ - ٢١) .

- بيرحر هيرمانسون (١٩٨٨) ، تدريب الصيادين فى عرض البحر ، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .

- تاكية أنشير وكافوكو ، هيرومو أيكنو أوايه ، (١٩٨٨) مبروك الحشائش - المبروك الفضى ثعبان السمك ، ترجمة ترقية حسين جمعة ، المبروك العادى ، ترجمة بطرس زكى شنودة ، ربيع قاسم أحمد (١٩٨٩) شلبة البحر الأحمر ، ترجمة مراد زكى عجايبى ، مركز البحوث السمكية بهيئة تنمية بحيرة السد العالى ، أسوان .

- جمال الدين صالح على إبراهيم (١٩٩٠) ، أساسيات رعاية الأسماك وإدارة المزارع السمكية ، الجزء الأول ، طرق تربية الأسماك ورعايتها أثناء التفريخ ، مطابع جامعة الزقازيق .
- حسين أمين عبد الله (١٩٨٥) الثروه المائية فى مصر ووسائل تنميتها ، المجمع المصرى للثقافة العلمية، الكتاب السنوى الثالث والخمسون ، المطبعة العالمية ، القاهرة .
- حمودى حيدر نرب (١٩٩٢) ، الطحالب وتلوث المياه ، جامعة عمر المختار ، البيضاء ، ليبيا .
- خليفة أحمد خليفة (١٩٨٦) ، أمراض الأسماك ، جامعة بغداد ، العراق .
- راكيل كارسون (١٩٧٤) ، الربيع الصامت ، ترجمة أ.د. أحمد مستجير ، مطبعة العلوم ، القاهرة .

سفيان كامل الناصرى (١٩٨٨) ، مبادىء الثروة السمكية ، جامعة البصرة .

- طارق أحمد محمود (١٩٨٨) ، علم وتكنولوجيا البيئة ، جامعة الموصل ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر .
- عبد الرحمن الخولى (١٩٦٥) ، مصايد البحر الأحمر ، المؤسسة المصرية العامة للثروة المائية ، مطابع الهلال بالقاهرة ، ص ٣٤٣ .
- عبد العزيز موسى نور ، إجلال على عمر ، محمد فيصل عبد الكريم ، عبد الرحمن مصطفى أحمد (١٩٨٥) ، أساسيات إنتاج الأسماك ، مطبعة جامعة الأسكندرية .
- عبد القادر راشد أبو عقادة ، عبد العزيز موسى نور (١٩٨٦) ، المؤتمر الدولى الثالث للأرز بالأسكندرية .
- فكرى سعد الدسوقى على شلبى (١٩٩٢) ، رسالة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة المنصورة .
- كارل . أى ، بوند (١٩٨٦) ، حياتية الأسماك ، الجزء الأول والثانى ، ترجمة هاشم عبد الرزاق أحمد ، وفرحان خمد محيسن ، جامعة البصرة .
- كاظم عبد الأمير محسن (١٩٨٨) ، تربية وإدارة مزارع الأسماك ، جامعة البصرة .
- مجمع اللغة العربية (١٩٦٠) ، مجلد ٢ من مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التى أقرها مجمع اللغة العربية .
- محمد أحمد محمد إسماعيل (١٩٩٠) ، مشروعات بحيرة السد العالى ، أسوان .
- محمد فوزى سعيد شاهين (١٩٨٥) ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة المنوفية .
- محمد متولى الشعراوى (١٩٩٢) ، الأدلة المادية على وجد الله ، وزارة التربية والتعليم ، القاهرة .
- مصطفى بهجت بدرى (١٩٩٠) ، العالم الجديد ، مجلة التنمية والبيئة ، العدد ٤٦ ، سبتمبر ١٩٩٠ ،

ص ٣٥ .

- مصطفى صفوت محمد ، محمود فهمى حسين ، يحيى محمد حسن (١٩٦٧) ، تكنولوجيا الأسماك ، دار المعارف ، مصر .

- مصطفى الجبلى (١٩٨٧) ، مجلة التنمية والبيئة ، العدد الرابع ، يناير ١٩٨٧ ص ١٨ - ٢٢ .

- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (١٩٨٥) ، سلسلة « نحو زراعة أفضل » رقم ٢٧ ، روما (١٩٨٦) يوم الأغذية العالمى .

- نبيل فهمى عبد الحكيم (١٩٩١) ، الندوة العلمية الثالثة لتغذية الحيوان والدواجن والأسماك ، ٢٦ - ٢٨ نوفمبر ، سخا .

- هاشم عبد الرازق أحمد (١٩٨٧) ، بايولوجية الأسماك ، جامعة البصرة .

- هاينس هاينرش ركفاق (١٩٨٨) ، انعكاسات لحم الخنزير على الصحة ، دار الوفاء للطباعة والنشر والتوزيع ، المنصورة .

- هيكمان . س ، روبرتس . ل ، هيكمان . ف (١٩٨٩) ، الأساسيات المتكاملة لعلم الحيوان الجزء الثالث ، ترجمة جمال عبد الرؤف مدكور ، الأحمدى الذهبى ، محمد حسن أبو عجلة ، ومراجعة يحيى السعيد العاصى ، الدار العربية للنشر والتوزيع (طبعة ١٩٨٨) .

- وكالة اليابان للتعاون الدولى (١٩٨٠) ، التقرير النهائى لخطة التنمية الإقليمية المتكاملة لمنطقة بحيرة السد العالى فى مصر (ترجمة مركز الأهرام للترجمة العلمية) .

ثانيا : المراجع الأجنبية

- Abbot, W.S. (1925)
- Abdelhamid, A.M. (1988). Arch. Anim. Nutr., 38 : 833
- Abdelhamid, A.M. and El- Ayouty, S.A. (1991). Arch. Anim. Nutr., 41 : 757
- Adams, M.A., Johnsen, P.B. and Hong - Qi, Z. (1988) Aquaculthure, 72 : 95.
- Agrwal, N.K. and Mahajan, C.L. (1980). J. Fish Biol., 17 : 135.
- Agrawal, N.K. and Mahajan, C.L. (1981). J. Fish Biol., 18 : 411.
- Ahmed, M. El. - S. (1981). M.Sc. Thesis, Fac. Sci., Aswan, Assiut Univ.
- AID, Auswertungs - und Informationsdienst fuer Ernaehrung, Landwirtschaft und Forsten e.V. (1992). Fisch. 1001, Bonn.
- Alexander, J.B. (1977). J. Fish Biol., 11 : 673.
- Alexander, N., Laurs, R.M., Me Intosh, A. and Russel, S.W. (1980). J. Fish Biol.,16: 383.
- AL-Hakim, A.W.H., Al-Mehdi, M.I.A. and Al-Salman, A.H.J. (1981). J. Fish Biol. 18 : 299.
- Al-Hamed, M.I. (1967) .. FAO Fish. Rep., 2 : 135.
- Allison, R., Smitherman, R.O. and Cabrero, J. (1976). FAI Tech. conf. Aquaculture, Kyoto, Japan.
- Anderson, D. and Klontz, G.W. (1965). Fish Cult. Conf., 16 : 38.
- Aneer, G. and Ljugberg, O. (1976). J. Fish Biol., 8 : 345.
- Anon. (1982). DLG Merkblatt, 196.
- Anon. (1991). Netherlands Journal of Sea Research, 27 : 261.
- Anon. (1992). Die Fleischerei, 43 : 732.
- Aoe, H., Masuda,I., Abe, I., Saito, T. and Tajima, Y. (1971) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 37 : 124.

- Aoe, H., Masuda, I., Mimura, T. Saito, T., Momo, A. and Kitamura, S. (1969). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 35 : 459.
- Appelbaum, S. (1985). Aquaculture, 49 : 209.
- Ardill, J.D. (1982) CIFA Tech. Pap. 9 : 1.
- Armstrong, F.A.J. and Lutz, A. (1977). Tech. Rep.- Fish. Mar. Serv. (Can.) 692 : 1.
- Asgord, T. and Austreng, E. (1985). Aquaculture, 49 : 289.
- ASRT (1987). Fish Stock Assessment in Lake Nasser (Egyjpt). Academy of Scientific Research and Technology.
- Asztalos, B., Nemcsok, J., Benedeczky, I., Gabriel, R. and Szabo, A. (1988). Environ. Pollut., 55 : 123.
- Atta, M.B., Noaman, M. A., El-Sebaie, L.A. and Kassab, H.E. (1993). 3 rd Inter. Conf. Environ. Protection is a must, Alex. April, pp : 153.
- Audet, C., Munger, R.S. and Wood, C.M. (1988). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45 : 1387.
- Awad, H. and Bakhadlag, S. (1993). 3rd Inter. Conf. Environ. Protection is a must, Alex., April, pp : 471.
- Axelrod, H.R. and Burgess, W.E. (1987). Saltwater Aquarium Fishes. 3rd Ed. T.F.H. Publications, Inc. USA.
- Babiker, M.M.. and Ibrahim, H. (1979). J. Fish Biol., 14 : 437 & 15 : 21.
- Baker, B.I. and Wighma, T. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond. No. 44 : 89.
- Balarin, J.D. and Hatton, J.P. (1979). Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa. Univ. of Stirling, Scotland.
- Bannister, J.V. (1976). J. Fish Biol., 9 : 335.
- Barham, W.T., Schoonbee, H.J. and Smit, G.L. (1979). J. Fish Biol. 15 : 457.
- Barham, W.T., Smit, G.L. and Schoonbee, H.J. (1980). J. Fish Biol., 17 : 275.
- Barnes, M.J. and Kodricek, E. (1972). Vitamins and Hormones, 30 : 1.

- Barrow, C. (1987). Water Resources and Agricultural Development in the Tropics. Longman Scientific and Technical, New York.

- Batty, R.S. and Wardle, C.S. (1979). J. Fish Biol., 15 : 509.

- Beamish, R.J. and Mc Farlane, G.A. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames.

- Beattie, J.H. and Pascoe, D. (1978). J. Fish Biol., 13 : 631.

- Beckman, B.R. and Zaugg, W.S. (1988). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45 : 1430.

- Bell, F.W. and Canterbery, E.R. (1976). Aquaculture for the develojping countries. Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts.

- Bellan, G. (1981). FAO Fish, Tech. Pap., 208.

- Bence, J.R. (1988). J. App. Ecol. 25 : 505.

- Bence, J.R. and Murdoch, W.W. (1986). Ecology, 67 : 324.

- Beveridge, M.C.M. (1987). Cage Aquaculture. Fishing News Books Ltd. Farnham. Surrey, England.

- Beverton, R.J.H. and Holt. S.J. (1964). FAO Fish. Tech. Pap., 38.

- Bhukaswan, T. (1980). FAO Fish. Tech. Pap., 207.

- Bieniarz, K. and Epler, P. (1979). J. Fish Biol., 8 : 449.

- Biswas, N.M. (1969). Endocrinology, 85 : 981.

- Biswas, N.M. and Deb, C. (1970). Endocrinology, 87 : 170.

- Björnsson, B.T. and Haux, c. (1985). J. Comp. Physiol. B., 155 : 347.

- Blaxhall. P.C. and Daisley, K.W. (1973). J. Fish Biol., 5 : 771.

- Boon, J.P., Everaarts, J.M., Hillebrand, M.T.J., Eggens, M.L., Pijnenburg, J. and Goksoyr, A. (1992). The Science of the total Environment, 114 : 113.

- Börjeson, H. (1977). J. Fish Biol., 11 : 133.

- Boyd, G.E. (1976). Aquaculture, 7 : 385.

- Brafield, A.E. and Matthiessen, P. (1976), J. Fish Biol., 9 : 359.
- Brandt, A. Von (1964 and 1984). Fish catching Methods of the world Fishing News Books Ltd., London.
- Brewer, D.J. and Friedman, R.F. (1990). Fish and Fishing in Ancient Egypt. The American Univ. in Cairo Press.
- Brown, D.J.A. (1988). Environ, Pollut., 54 : 275.
- Bubien, J.K. and Meadde, T.L. (1979). J. Fish Biol., 15 : 343.
- Buch, D.H. Thoits, C.F. and Rose, C.R. (1970). Trans. Amer. Fish. Soc., 99 : 74.
- Buddington, R.K. (1979). J. Fish Biol., 15 : 449.
- Bulow, F.J. (1987). In : Summerfelt. R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames. PP : 45.
- Burczynski, J. Ben - Yami, M. and Maugeri. S. (1985). FAO Training Series, No. 7.
- Buyanov, N.I. (1982). Sov. J. Ecol.. 12 : 177.
- Cadman, L.R. and Weinstein, M.P. (1988). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 121 : 193.
- Cailliet, G.M. and Radtke. R.L. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, PP : 359.
- Campagna, C.G. and Cech, Jr. J.J. (1981). J. Fish. Biol., 19 : 581.
- Carlander, K.D. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Agre and growth of fish. Iowa State Univ. Press. Ames. PP : 3.
- Carrick, T.R. (1981). J. Fish Biol.. 18 : 73.
- Caulton, M.S. (1977). J. Fish Biol., 11 : 549.
- Caulton, M.S. (1978). J. Fish Biol., 13 : 1.
- Chan, G.L. (1974). In : Indo - Pacific Fish. Coun. FAO, Bangkok, 15 : 84.
- Chan, E.H. (1980). J. Fish Biol., 16 : 505.
- Chappeel, C.L. and Willetts, S.L. (1980). J. Hazard. Materials, 3 : 285.

- Chaudhury, H. (1982). In : Research in Animal Production, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
- Chen, T.P. (1976). Aquaculture Practice in Taiwan. Fishing News Books Ltd. Surrey, England.
- Chervinsky, J. (1961). Bamidgeh, 13 : 71.
- Chervinsky, J. (1966). Bamidgeh, 18 : 81.
- Christensen, M.S. (1989). Anim. Res. and Develop., 29 : 7.
- Chua, T.E. (1982). CIFA Tech. Pap. / Doc. Tech. CPCA, 9 : 228.
- Chuang, J.L. (1989). Animal Production Highlights, 1/89. La Roche Ltd.
- Clark, S, Whitmore, Jr. D.H. and McMahon, R.F. (1979). J. Fish Biol., 14 : 147.
- Clarke, A.J. and Witcomb, D.M. (1980). J. Fish Biol., 16 : 159.
- Coche, A.G. (1978). EIFAC Tech. Pap., 31 : 1.
- Collings, R.A. and Delmonds, M.V. (1976). FIR / AQ / Conf. / 76 / R. 37.
- Coulter, G.W. (1977). J. Fish Biol., 11 : 393.
- Cowey, C.B. (1975). Proc, Nutr. Soc., 34 : 57.
- Cowey, C.B., Degener, E., Tacon, A.G.J., Youngson, A. and Bell, J.G. (1984). Br. J. Nut., 51 : 443.
- Cowey, C.B., Knox, D., Adron, J.W., George, S. and Pirie, B. (1977). Br. J. Nutr., 38 : 127.
- Cowey, C.B., Knox, D., Walton, M.J. and Adron, J.W. (1977). Br. J. Nutr., 38 : 463.
- Cox, G.W. (1974). Readings in Conservation Ecology. 2nd Ed. Meredith Corporation, New York.
- Crawford, B. and Hulsey, A. (1963). Progr. Fish. Cult., 25 : 214.
- Cridland, C.C. (1960). Hydrobiologia, 15 : 135.
- Cushing, D. (1979). Fisheries Resources of the Sea and their Management. Oxford

Univ. Press, Great Britian.

- Dabrowski, K.R. (1986). J. Fish Biol., 28 : 105.

- Dadzie, S. (1970). Bamidgeh, 22 : 9 & 14.

- Dadzie, S. and Wangila, B.C.C. (1980). J. Fish Biol., 17 : 243.

- Dafni, J. (1980). J. Exper. Marine Biol. & Ecol., 47 : 259.

- Dahlgren, B.T. (1979). J. Fish Biol., 15 : 71.

- Dahlgren, B.T. (1980). J. Fish Biol., 16 : 83.

- Das, B.C. (1967). FAO Fish Rep., 44 : 241.

- Davies, S.J. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds.) Recent Advances in Aquaculture, Croom Helm, London, Vol. 2, PP : 219.

- Davies, A.G. and Sleep, J.A. (1980). J. Marine Biol. Assoc., 60 : 841.

- Dawson, A.S. and Grimm, A.S. (1980). J. Fish Biol., 16 : 493.

- Delahunty, G. and DeVlaming, V.L. (1980). J. Fish Biol., 16 : 5.

- De Luze, A., Leloujp, J. and Olivereau, M. (1984). J. Comp. Physiol, 154 : 199.

- Descroix, P. (1974). Informationsbl., Foed Eur. Gewaesserschutz, 21 : 93.

- Deufel, J. (1971). Probleme der Forellenfuetterung. Hoffmann - LaRoche A.G., Wiss, Mitt. Vit. Abtlg., Baden.

- Dewberry, E.B. (1959). Food Poisoning. 4th Ed., Leonard Hill, Ltd., London.

- Dipper, F.A., Bridges, C.R. and Menz, A. (1977). J. Fish Biol., 11 : 105.

- Dixon, D.G. and Hilton, J.W. (1981). J. Fish Biol., 19 : 509.

- Dixon, R.N. and Milton, P. (1978). J. Fish Biol., 12 : 359.

- DLG (1984). Merkblatt 219, Deutsche Landwirtschafts - Gesellschaft, Frankfurt / M.

- Dogheim, S.M., Almaz, M.M., Kostandi, S.N. and Hegazy, M.E. (1988). J.A. O.A.C., 71 : 872.

- Dogheim, S.M., Nasr, E.N., Almaz, M.M. and El-Tohamy, M.M. (1990).

J.A.O.A.C., 73 : 19.

- Driscall, C.T., Backer, J.P., Bisogni, J.J. and Schofield, C.L. (1980). Nature, 284 : 161.
- DuBuit, M.H. (1976). J. Fish Biol., 8 : 199.
- Dupree, H.K., Green, O.L. and Sneed, K.E. (1970). Progr. Fish - Cult., 32 : 85.
- Durve, V.S.and Lovel, R.T. (1982). Can. J. Fish. Aquatic Sci., 39 : 948.
- Echmann, R. (1985). Anim. Res. and Develop., 21 : 59.
- Eddy, S. and Underhill, J.C. (1978). How to know the Freshwater Fishes. 3rd. Ed., Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.
- Ege, R. and Krogh, R. (1914). Int. Rev. Hydrobiol., Hydrogr., 7 : 48.
- Eid, A. (1990). 2nd Sci. Symp. Anim., Poult., and Fish Prod., Mansoura Univ. PP : 135.
- EIFAC (1978). EIFAC Tech. Pap., 32 : 1.
- EIFAC (1980). EIFAC Tech. Pap., 37 : 1.
- EIFAC (1980). FAO Fish Tech. Pap., 185 : 1 (1982).
- EIFAC (1982). EIFAC Tech. Pap., 42 : 1.
- Eissa, M.A., Abaza, M.A., Shehata, M.N. and El-Ebiary, H. (1985). Alex. J. Agric. Res., 30 : 717.
- Eissa, M.A., Shehata, M.N., Sallama, M.E., Abaza, M.A. and El-Ebiary, H. (1982). Alex. J. Agric. Res., 30 : 141.
- Elassiouti, I.M. and Marks, D.H. (1981). Int. Conf., Cairo, Jan. 11 - 14.
- ELBolock, A.R. and Labib, W. (1967). FAO Fish Rep., 2 : 165.
- EL-Elaimy., I.A., EL-Dih, M.A. and Elowa, Sh., E. (1991). J. Environ. Sci., 2 : 17& 32.
- Eleraky, W. and Saleh, G. (1989). 3rd Egypt. - British Conf. Anim., Fish and Poult. Prod., Alex., PP : 781.

- ElGendy, K.S., Ahmed, N.S., Aly., N.M., Saber, N. and El Sebae, A.H. (1990). J. Pest Control 7 Environ. Sci., 2 : 21.

- Elliott, J.M. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond. No. 44 : 29.

- Elliott, D.G. and Amend, D.F. (1978). J. Fish Biol., 12 : 277.

- Ellis, A.E. (1976). J. Fish Biol., 8 : 143.

- Ellis, A.E. (1988). Fish Vaccination. Academic Press, London.

- El-Sebale, L.A., Atta, M.B., Noaman, M.A. and Kassab, H.E. (1993). 3rd. Int. Conf. Environ. Protect. is a must, Alex., PP : 143.

- El-Sherif, M.S. (1990). 2nd Sci. Symp. Anim., Poult. and Fish Proud., Mansoura Univ., PP : 123.

- El-Zayat, F.M.M. (1990). Int. Symp. 7 Workshop on Food contamination, Mycotoxins & Phycotoxins, Cairo.

- Emara, H.U., El-Ibiary, E.H. and El-Deeb, K.Z. (1989). 3rd Egypt - British Conf. Anim., Fish and Pult. Prod., Alex., PP : 713.

- Essa, M.A. (1989). 3rd Egypt - British Conf. Anim., Fish and Poulty Prod., Alex., PP : 805

- Essa, M.A. and Salama, M.E. (1989). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 14 : 169

- Ettewa, I. (1989). FAO Fish. Rep. No. 412 : 164.

- Everhart, W.H. and Youngs, W.D. (1981), Principles of Fishery Science, 2nd Ed., Cornell Univ. Press, Ithaca & London.

- Fabregas, J., Herrero, C., Abalde, J. and Cabezas, B. (1985). Aquaculture, 50 : 1

- Faisal, M. and Hargis. Jr. W.J. (1992). Fish & Shellfish Immunology, 2 : 33.

- Fänge, R., Lidman, U. and Larsson, A. (1976). J. Fish Biol., 8 : 441.

- FAO (1980). FAO Fish. Tech. Pap. No. 198.

- FAO (1986). FAO Fish. Tech. Pap. No. 142.

- FAO (1987). Yearbook of fishery statistics 1985, Vol. 60.

- FAO (1990). FAO Food and Nutrition Paper 47 / 8.

- FAO (1991). Food Balance sheets, PP : 100.

- FAO / UNEP (1981). FAO Fish. Tech. Pap., 217.

- FAO / UNEP (1986). FAO Fish. Rep., 334.

- FAO / UNEP / WHO / IOC / IAEA (1985). FAO Fish. Rep., 325.

- FCIÖ (1979). Umwelt und Chemie von A-z, Ein Wörterbuch aus dem Verlag Herder, Wien.

- Fenster, R. (1987). Roche seminar on vitamin nutrition in fish, Trondheim.

- Ferguson, H.W. (1976). J. Fish Biol., 8 : 139.

- Fermin, A.C. and Recometa, R.D. (1988), Aquaculture and Fisheries Managment, 19 : 283.

- Fida, S., Qadri, M.Y. and Siddiqi, M. (1988). Freshwater Biology, 20 : 61.

- Fijan, N. (1967). FAO Fish. Rep., 3 : 114.

- Fineman - Kalio, A.S. (1988). Aquaculture and Fisheries Management, 19 : 313.

- Fischer - Ankern, P. (1988). Taggar Nachrichten Nr. 4 : 9, Graz, Österreich.

- Fitzpatrick, Jr. J.F. (1983). How to know the freshwater crustacea. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

- Flowerdew, M.W. and Grove, D.J. (1980). J. Fish Biol., 17 : 395.

- Follett, B.K. and Redshaw, M.R. (1968). J. Endocr., 40 : 439.

- Fouda, M.M. and Miller, P.J. (1979). J. Fish Biol., 15 : 263.

- Frenzel, E. and Pfeffer, E. (1982). Arch. Tierernährung, 32 : 1.

- Froese, R. (1988). Aquaculture and Fisheries Management, 19 : 275.

- Gaiger, P.J. (1978). Indo - Pacific fishery commission proceedings, FAO, Philippines, 18 : 527.

- Gaudet, J. - L. (1981). EIFAC Tech. Pap. 38.

- Gaudet, M., Racicot, J.-G. and Leray, C. (1975). J. Fish Biol., 7 : 505.
- Geisler, R., Keppler, R., Patanakamjorn, S., See - Narksook, P., Pooltanakit, S., Ta-Ngam and Bittner, A. (1990). Anim. Res. and Develop., 31 : 7.
- George, E.L. and Hadley, W.F. (1979). Trans. Am. Fish. Soc. 108 : 253.
- Ghoneim, S.I.M. (1974). M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Ain Shams Univ.
- Golob, R., Chetsanga, C.J. and Doty, P. (1974). Biochem. Biophys. Acta, 349 : 135.
- Gonzalez - Carrero, M.I., Carrero, J.O., Lopez Capont, F. and Garcia, F.M. (1979). Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 19 : 379.
- Grofit, E. and FAO Fisheries Technology Service (1980). FAO Fish. Tech. Pap., 199.
- Grondel, J.L., Nouws, J.F.M., DeJong, M., Schutte, A.R. and Driessens, F. (1987). J. Fish Dis. 10 : 153.
- Gropp, J. (1986). Tagung vom 13. u. 14. Nov. 1985, Lohmann Tierernährung Gmbh, Cuxhaven.
- Grove, D.J. and Crawford, C. (1980). J. Fish Biol. 16 : 235.
- Grove, D.J., Loizides, L.G. and Nott, J. (1978). J. Fish Biol., 12 : 507.
- Gulland, J.A. (1970). FAO Fish. Tech. Pap., 97.
- Gulland, J.A. (1971). Proc. Indo-Pacific Fish. Coun., FAO, Thailand, 14 : 24.
- Halim, Y., Faisal, M. and Ahmed, I. (1987). FAO Fish. Rep., 352 : 97.
- Hall, S. (1990). Int. Symp. and Workshop on Food Contamination, Mycotoxins and Phycotoxins, Cairo.
- Halver, J.E., Smith, R.R., Tolbert, B.M. and Baker, E.M. (1975). 2nd Conf. on Vitamin C (eds.) King, C.G. and Burns, J.J., N.Y. Acad. of Sci.
- Hasimoto, Y. (1975). 9th Int. Cong. Nutr. Mexico, Vol. 3, PP : 158.
- Hassan, I.M., Abdallah, M.A., Shalaby, A.R. and Naguib, Kh. (1990). Int. Symp. and Workshop on Food Contamination. Mycotoxins and Phycotoxins, Cairo.

- Hassouna, M.M.E., Ishak, M.M., Omer, E.A. and Shahat, T. (1986). Egyjpt J. Anim. Prod., 26 : 107
- Hastings, W. and Dujpree, H.K. (1969). Progr. Fish - Cult., 31 : 187.
- Hauser, W.J. (1975). Progr. Fish - Cult., 37 : 33.
- Haux, C. (1985). Thesis, Dept. of Zoophysiol., Gotehorg Univ., Sweden.
- Hayashi, F. (1988). Freshwater Biology, 20 : 19.
- Hellmann, H. (1987). Analysis of surface waters. Ellis Horwood Ltd., England.
- Hemens, J., Warwick, R.J. and Oliff, W.D. (1975). Prog. Water Technol., 7 : 579.
- Hepher, B. and Cherwinski, J. (1965). Barridgeh, 17 : 31.
- Hettler, W.F. (1976). J. Fish Biol., 8 : 55.
- Hewett, C.J. and Jefferies, D.F. (1976). J. Fish Biol., 9 : 479.
- Hickling, C.F. (1962). Fish Culture. Faber and Faber, London.
- Hidalgo, F. and Alliot, E. (1988). Aquaculture, 72 : 115.
- Hildebrand, S.G., Strand, R.H. and Huchkabee, J.W. (1980). J. Environ. Qual., 9 : 393.
- Hile, R. (1936). Bull. Bur. Fish., Wash., 48 : 211.
- Hilton, J.W. (1983). J. Nutr., 113 : 1737.
- Hilton, J.W. (1984). In : Wegger, I., Tagwerker, F.J. and Moustgaard, J.O.H.S. (eds.) Ascorbic acid in domestic animals, Workshop, Sep. 1983, Copenhagen, PP : 218.
- Hilton, J.W. (1989). Aquaculture,, 79 : 223.
- Hilton, J.W. and Atkinson, J.L. (1982). Br. J. Nutr., 47 : 597.
- Hilton, J.W., Atkinson, J.L. and Slinger, S.J. (1987). Br. J. Nutr., 58 : 453.
- Hilton, J.W., Cho, C.Y., Brown, R.G. and Slinger, S.J.(1979). Comp. Biochem. Physiol., 63 : 447.
- Hilton, J.W., Cho, C.Y. and Slínger, S.J. (1977). J. Fish. Res. Board Can., 34 :

431.

- Hinton, D.E. and Pool, C.R. (1976). J.Fish Biol., 8 : 209.
- Hirschorn, G. and Small, G.J. (1987) In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, PP : 147.
- Hislop, J.R.G., Robb, A.P. and Gauld, J.A. (1978). J. Fish Biol., 13 : 85.
- Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. (1979). Fish Physiology, Vol. III. Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York.
- Hoar, W.S., Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (1983). Fish Physiology, Vol. IX. Reproduction. Academic Press.
- Hofer, R. (1979). J. Fish Biol., 14 : 565 & 15 : 373.
- Holden, M.J. and Raitt, D.F.S. (1974). FAO Fish. Tech. Pap., 115.
- Hornig, D., Glatthaar, B. and Moser, U. (1984) In : Wegger, I., Tagwerker, F.J. and Moustagaard, J. (eds.) Ascorbic acid in domestic animals. The Royal Danish Agricultural Soc. Copenhagen.
- Horvath, L. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds.) Recent advances in aquaculture, Vol. 2. Croom Helm, Westview Press, London, pp : 31.
- Hostein, T. and Bullock, G.L. (1976). J. Fish Biol., 8 : 23.
- Huet, M. (1972 & 1975). Textbook of fish culture. Breeding and cultivation of fish. Fishing News Ltd., Farnham, Surrey, England.
- Huisman, E.A. (1979). EIFAC Tech. Pap., 35.
- Hulata, G., Moav, R. and Wohlfarth, G. (1976), J. Fish Biol., 9 : 499.
- Hulata, G., Moav, R. and Wohlfarth, G. (1980). J. Fish Biol., 16 : 369.
- Hulata, G. and Rothbard, S. (1978). J. Fish Biol., 13 : 45.
- Hyslop, E.J. (1980). J. Fish Biol, 17 : 411.
- Iglesias, N. and Penchaszadeh, P.E. (1983). Mar. Pollut. Bull., 14 : 396.
- Ikusemiju, K. (1976). J. Fish Biol., 8 : 453.

- Ince, B.W. and Thorpe, A. (1976). J. Fish Biol., 8 : 79.
- Ince, B. W. and Thorpe, A. (1978). J. Fish Biol., 12 : 503.
- Indo-Pacific Fishery Commission (1988). FAO Fish Rep., 411.
- Ingram, G.A. (1980). J. Fish Biol., 16 : 23.
- Institute of Environmental Studies and Research, Ain Shams Univ. (1988). 1st Nat. Conf. on Environmental Studies and Research, Vol., 2.
- Ishac, M.N. and Dollar, A.M. (1968). Hydrobiologia, 31 : 572.
- Ishak, M.M. and Shafik, M.M. (1982). CIFA Tech. Pap., 9 : 25.
- Iwamoto, R.N. and Sower, S. (1985). Int. Symp. Univ. of Washington, Seattle, USA.
- James, D. (1983). FAO Fish. Rep., 279.
- Jana, S. and Choudhuri, M.A. (1984). Water, Air, Soil Pollut., 21 : 351.
- Jauncey, K. (1982). Aquaculture, 27 : 43.
- Jauncey, K. (1988). Fish-Feeds Seminar, El Abbassa, Egypt.
- Jensen, A.J. (1980). J. Fish Biol., 17 : 741.
- Jensen, F.B. Andeersen, N.A. and Heisler, N. (1987). J. Comp. Physiol., 157 : 533.
- Job., T.J. (1967). FAO Fish. Rep., 2 : 54.
- Jobling, M. (1980). J. Fish Biol., 17 : 325.
- Jobling, M. (1981). J. Fish Biol., 18 : 87 & 385 & 19 : 29.
- Jobling, M. and Davies, P.S. (1980). J. Fish Biol., 16 : 629.
- John, M.J. and Mahajan, C.L. (1979). J. Fish Biol., 14 : 127.
- Johnston, I.A. (1977). J. Fish Biol., 11 : 575.
- Johnston, I.A. and Maitland, B. (1980). J. Fish Biol., 17 : 113.
- Joungwirth, M. (1981). Sport Fischer, 5 : 11 (Österreich).
- Kabata, Z. (1985). Parasites and diseases of fish cultured in the tropics. Taylor &

Francis, London.

- Kaiser, H. and Schmitz, O. (1988). Aquaculture and Fisheries Management, 19 : 265.
- Karlsen, L. and Bjarnasson, B.A. (1986). FAO Fish. Tech. Pap. 284.
- Karlson, P. and Luscher, M. (1959). Nature, 183 : 55.
- Kent, G.C.JR. (1969). Comparative anatomy of the vertebrates. 2nd Ed. The C.V. Mosby Company, Saint Louis, USA.
- Kessler, S., Wohlfarth, M., Lahmann, M. and Moav, R. (1961). Bamidgeh, 13 : 57.
- Ketola, H.G. (1975). Cornell Nut. Conf. for Feed Manufacturers, Ithaca, New York, PP : 48.
- Ketola, H.G. (1976). Feedstuffs, 48 : 42.
- Kilambi, R.V. (1980). J. Fish Biol. 17 : 613.
- Kilambi, R.V. and Robison, W.R. (1979). J. Fish Biol., 15 : 337.
- Kilambi, R.V. and Zdinak, A. (1980). J. Fish Biol., 16 : 171.
- Kilambi, R.V. and Zdinak, A. (1981). J. Fish Biol., 19 : 457.
- Kitamura, S., Ohara, S., Suwa, T. and Nakagawa, K. (1965) Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries, 31 : 818.
- Knox, D., Cowey, C.B. and Adron, J.W. (1981). Br. J. Nutr., 45 : 137 & 46 : 495.
- Kochseder, G. (1990). Tagger Nachrichten, 1 : 7 & 12, Graz, Österreich.
- Kögler, K. (1991). Tagger Nachrichten, 2 : 4.
- Kolb, E. (1987). Mh. Vet. - Med. 4 (1985) 489. Roche, Switzerland.
- Komarov, I.P. and Knyazeva, L.M. (1984). Aquacultural Hydr. and Ichtyol., 2 : 43.
- Koops, H. (1967). FAO Fish. Rep. 3 : 359.
- Koops, H. (1976). Int. Seminar on fisheries resources and their management in Southeast Asia, Berlin, Nov. - Dec. 1974. DSE, FAO, PP : 334.
- Krebs, H.A. (1964). In : Munro, H.N. and Allison, J.B. (eds.) Mammalian protein

metabolism. Academic Press, London.

- Kristensen, P. and Hansen, J.C. (1980). Environ. Tech. Letters, 1 : 81.
- Kudo, A. and Garrece, J.P. (1983). Regul. Toxicol. Pharmacol., 3 : 189.
- Kumar, V. and Mukherjee, D. (1988). Aquatic Toxicol., 13 : 53.
- Kurogane, K., Sriruangcheep, U., Tantisawetrat, C., Chullasorn, S., Supongpan, S. and Boonprakob, U. (1971). Indo-Pacific Fish. Coun. FAO Thailand, 14 : 67.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E. and Miller, R.R. (1952). Ichthyology. Wiley and Sons, New York and London.
- Lamb, J.C. (1985). Water quality and its control. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Lampert, W. (1979). Anim. Res. and Develop., 9 : 7.
- Lane, H.C. (1979). J. Fish Biol., 15 : 425.
- Langdon, J.S. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds.) Recent advances in aquaculture, vol., 2, Croom Helm, London, pp : 79.
- Larsson, A., Johansson - Sjöbeck, M. - L. and Fänge, R. (1976). J. Fish Biol., 9 : 425.
- Latif, A.F.A. (1974). Fisheries of Lake Nasser. Aswan Regional Planning, Lake Nasser Development Centre, Aswan, ARE.
- Leatherland, J.F. and Nuti, R.N. (1981). J. Fish Biol., 19 : 487.
- Lee, R.M. (1920). Min. Agric. and Fish. Invest., 4 : 1.
- Lee, C. and Menu, B. (1981). J. Fish Biol., 19 : 179.
- Lee, D.J., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. and Putnam, G.B. (1978). J. Natl. Cancer Inst., 60 : 317.
- Leopold, M. (1981). EIFAC Tech. Pap., 40.
- Leopold, H.M., El-Karachily, A.F. and Fattouh, S.A. (1992). Alex. Sci. Exch., 13 : 115.

- Levine, M. and Morita, K. (1985). Vitamins and Hormones, 42 : 2.
- Li, Y. and Lovellj, R.T. (1985). J. Nut., 115 : 123.
- Liewes, E.W. (1981). A Bibliography of Anguilla Species (Pisces, Teleostei). 2 Parts, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.
- Lillelund, K. (1981). Workshop held in Starnberg, 20-21 March 1979, DSE/GTZ, Germany, pp : 39.
- Lima dos Santos, C.A.M., James, D. and Teutscher, F. (1981). FAO Fish. Tech. Pap., 210.
- Lindsay, G.J.H. and Harris, J.E. (1980). J. Fish Biol., 16 : 219.
- Lobel, P.S. (1981). J. Fish Biol., 19 : 365.
- Lone, K.P. and Matty, A.J. (1980). Gen. Comp. Endocrinol., 40 : 409.\
- Lone, K.P. and Matty, A.J. (1981). J. Fish Biol.. 18 : 353.
- Lone, K.P. and Matty, A.J. (1982). J. Fish Biol.. 20 : 93.
- Lotan, R. (1960). Bamidgeh, 12 : 96.
- Love, R.M. (1980). The Chemical Biology of Fishes. Vol. 2., Academic Press, London.
- Lovell, R.T. (1984). In : Wegger, I., Tagwerker, F.J. and Moustgaard, J.O.H.S. (eds.) Ascorbic acid in domestic animals. Workshop. Sept. 1983, Copenhagen, pp : 196.
- Lovell, R.T. and Linsuwam, T. (1982). Trans. Am. Fish. Soc., 111 : 485.
- Lukowiez, M. von (1981). Workshop on the contribution of Germany towards developing aquaculture in the 3rd world, Starnberg, March 1979. DSE/GTZ, pp : 59.
- Lutwak - Mann, C. (1958). Vitamins and Hormones, 16 : 35.
- Maceina, M.J., Nordlie, F.G. and Shireman, J.V. (1980). J. Fish Biol., 16 : 613.
- Mackenzie, W.C. (1983). FAO Fish. Techn. Pap., 226.
- Mackenzie, K. and McVicar, A.H. (1976). J. Fish Biol., 8 : 331.
- Mackie, A.M., Adron, J.W. and Grant, P.T. (1980). J.Fish Biol., 16 : 701.

- MacLeod, M.G. (1978). J. Fish Biol., 13 : 73.

- Madden, J.A. and Houston, A.H. (1976). J.Fish Biol., 9 : 457.

- Mahajan, C.L. and Agrawal., N.K. (1979). J. Fish Biol., 15 : 613.

- Mahajan, C.L. and Dheer, J.S. (1979). J. Fish Biol., 14 : 413.

- MaLvin, G.M. (1985). J. Comp. Physiol., 155 : 241.

- Mandil, M.A. (1991). 3rd Int. Symp. on Industry and Environment in the Developing World, Alex., pp : 193.

- Mann, R.H.K. (1976). J. Fish Biol., 8 : 179.

- Mann, R.H.K. and Mills, C.A. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond. No. 44 : 161.

- Marek, M. (1966). Bamidgeh, 18 : 14.

- Marshall, P.T. and Hughes, G.M. (1980). Physiology of mannals and other vertebrates. 2nd Ed., Camhridge Univ. Press.

- Marten, G.G. and Polovina, J.J. (1982). ICLARM/CSIRO Workshop, Jan. 1981, Cronulla, Australia, pp : 255.

- Mathavan, S., Vivekanandan, T. and Paudian, J. (1976). Meeresunters, 28 : 66.

- Mathur, R. (1979). J. Fish Biol., 15 :329.

- Matsuda, Y. (1970). Pub. Skidaway Inst. Oceanog., 1 : 78.

- Mathes, H. (1978). CIFA Tech. Pap. 5 : 227

- Mayer, F.L., Mehrle, P.M. and Crutcher, P.L. (1978). Trans. Am. Fish Soc., 107 : 326.

- Mc Carthy, D.H. (1976). J. Fish Biol., 8 : 317.

- McCarty, L.S. and Houston, A.H. (1976). J. Fish Biol., 9 : 11.

- McFarlane, G.A. and Beamish, R.J. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames. PP : 287.

- Mc Ginnis, A.J. and Kasting, R. (1964). J. Insect. Physiol., 10 : 989.

- Mc Ginnis, A. and Kastings, R. (1964). J. Agric. Fd. Chem., 12 : 259

- Meade, T.L. and Perrone, S.J. (1980). J. Fish Biol., 17 : 9.

- Meakins, R.H. (1976). J. Fish Biol., 8 : 221.

- Meske, C. (1969). Arch. Fischereiwiss., 20 : 26.

- Meske, C. and Pfeffer, E., (1978). Anim. Res. and Develop., 7 : 112.

- Metelev., V.V., Kanaev. A.I. and Dzasokhova, N.G. (1983). Water Toxicology. Amerind Publishing Co. New Delhi.

- Meyer, B. (1985). Composition of the purified diet for carp (unpublished data).

- Meyer, H., Bronsch, K. and Leibetseder, J. (1980). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 5. Auflage, Sprungmann, Hannover.

- Mikitjuk, P. (1992). 3rd World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin, pp : 382.

- Milhaud, G., El Bahri, L. and Dridiv, A. (1981). Fluoride, 14 : 161.

- Miller, P.J. (1979). Fish Phenology, anabolic adaptiveness in teleosts. Academic Press, London.

- Mires, D. (1970). Bamidgeh, 22 : 19.

- Mironova, N.V. (1969). Vopr. Ikhtiol., 9 : 506.

- Mizoguchi, H. and Yasumasu, J. (1982). Develop. Biol., 93 : 119.

- Mohsin, A.K.M. (1985). Malays. Appl. Biol., 14 : 57.

- Möller, H. (1978). J. Fish Biol., 12 : 311.

- Mommsen, T.P. (1984). J. Comp. Physiol., 154 : 191.

- Morales - Nin, B. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, pp : 331.

- Morgan, P.R. (1972). Hydrobiol., 40 : 101.

- Moriarty, C.D. and Moriarty, D.J.W. (1973). J. Zool. Lond. 171 : 15.

- Moy-Thomas, J.A. and Miles, R.S. (1971). Palaeozoic Fishes, 2nd Ed., Chapman and Hall, London.

- Mrakovcic, M. and Haley, L.E. (1979). J. Fiosh Biol., 15 : 323.

- Nägel, L. (1979). Anim. Res. and Develop., 9 : 77.

- Nägel, L. (1988). Anim. Res. and Develop., 27 : 7.

- Nedelec, C. (1982). FAO Fish. Tech. Pap., 222.

- Nicholls, J. and Miller, P. (1988). A Handguide to the fishes of Britain and Europe. Treasure Press, London.

- NIDOC (1982). Sinai Peninsula, Informative Abstracts of Researches, Stuidies and News (1960 - 1980). NIDOC, Dokki, Cairo.

- Niederholzer, R. and Hofer, R. (1979). J. Fish. Bio., 15 : 411.

- NIOZ (1986, 1991 & 1992). Annual Report. Netherlands Institute for Sea Research.

- Noor, H. and Fromm, P.O. (1984). Malay. Appl. Biol., 13 : 101.

- Nose, T. (1979). World Symp. on Finfish Nutr. and Fish. Techn. Hamburg.

- Nour, A.M., Omar, E.A., Abou Akkada, A.R. and Rady, A. (1989). 3rd Egypt - British Conf. on Anim., Fish and Poult. Prod., Alex., pp : 747.

- NRC (1973). Nutrient requirements of domestic animals. Nat. Acad. Sci., 11.

- Oelschlaeger, W. (1970). Fluoride Quart. Rep., 3 : 6.

- Ogasawara, T. and Hirano, T. (1984). J. Comp. Physiol., 154 : 3.

- Ogino, C. (1980). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46 : 385.

- Ogino, C. and Chen, M. (1973). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 39 : 797 & 944.

- O'Gorman, R., Barwich, D.H. and Bowen, C.A.. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, pp : 203.

- Ohga, M. and Karasawa, T. (1975). Ibarakiken Kogai Gijutsu Senta Nempo, 8 : 122.

- O'Keefe, T. and Grant, B.F. (1990). Tagung vom 15. und 16. Nov. 1989, Lohmann Tierernährung, Cuxhaven, pp : 89.

- Okubo, T. (1986). Lohmann - Tagung vom. Nov. 1985, Cuxhaven, PP : 99.

- Ollenschläger, B. (1976). Anim. Res. and Develop., 3 : 135.

- Olsson, P.E. (1987). Thesis, Dept. of Zoophysiol., Univ. of Goteborg, Sweden.

- Olufemi, B.E. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds.) Recent Advances in Aquaculture, Vol. 2, Croom Helm, London, pp : 193.

- Omar, E.A. (1984). Diss., Georg - August - Univ. Göttingen, Germany.

- Omar, E. (1986). Egypt J. Anim. Prod., 26 : 161, 171 & 185.

- Omar, E.A., Nour, A. M. and Abou Akkada, A.R. (1989). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 14 : 1460 & 1469.

- Opstvedt, J. (1984). In : Wiseman, J. (ed.). Fats in Animal Nutrition, Butterworth, London, pp : 53.

- O'Shea, J. and Maguire, M.F. (1962). J. Sci. Fd. Agric., 13 : 530.

- Osman, M.F.M. (1991). 3rd Sci. Symp. for Anim., Poult. and fish Nutr., Sakha,PP: 69.

- Page, J.W., Andrews, J.W., Murai, T. and Murray, M.W. (1976). J. Fish Biol., 8 : 225.

- Panayotou, T. (1982). FAO Fish Tech. Pap., 228.

- Pandian, T.J. and Ragharaman, R. (1972). Mar. Biol., 12 : 129.

- Papoutsoglou, S.E. and Voutsinos, G.A. (1988). Aquaculture and Fisheries Management, 1 : 291.

- Pauly, D. (1983). FAO Fish Tech. Pap., 234.

- Payne, A.I. (1978). J. Fish Biol., 13 : 627.

- Payne, A.I. (1979). Symmp. Zool. Soc. Lond., No. 44, pp : 383.

- Penzlin, H. (1977). Lehrhuch der Tierphysiologie, Gustav Fischer, Jena, Germany.

- Petersen, I.M., Sand, O. and Korsgaard, B. (1983). Comp. Biochem. Physiol., 74 : 459.

- Petrasch, R. and Pfeffer, E. (1982). Arch. Tierernährung, 32 : 563.

- Pillai, K.S. and Mane, U.H. (1984). Toxicol. Lett., 22 : 139.

- Pillai, K.S. and Mane, U.H. (1985). Fluoride, 18 : 104.

- Piron, R.D. (1978). J. Fish Biol., 13 : 79 & 119.

- Popp, W., Faisal, M. and Refal, M. (1988). Anim. Res. and Develop., 28 : 95.

- Poston, H.A. (1977). Cornell Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, Ithaca, N.Y., PP : 83.

- Prejs, A. and Blaszczyk, M. (1977). J. Fish Biol., 11 : 447.

- Prince, E.D. (1975). Trans. Am. Fish. Soc. 104 : 539.

- Proske, Ch. (1982). Anim. Res. and Develop., 15 : 48.

- Proske, C., Gerstner, P., Hoffer, P. und Lelonek, H. (1982). Merkblatt, DLG, Nr. 196, Frankfurt / M.

- Pullin, R.S.V., Rosenthal, H. and Msaclean, J.L. (1992). The Bellagio Conf., Sept. 1990, Italy (ICLARM 7 GTZ, Philippines & Germany).

- Purdom, C.E. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond. No. 44 : 207.

- Raa, J., Gildberg, A. and Strom, T. (1983). In : Ledward, D.A., Taylor, A.J. and Lawrie, R.A. (eds.) Upgrading waste for feeds and food. Butterworths, London, pp : 117.

- Ramos, F. and Smith, A.C. (1978). J. Fish Biol., 12 : 105.

- Ramos, F. and Smith, A.C. (1978). Aquaculture, 14 : 261.

- Rao, K.S. and Dad, N.K. (1979). J. Fish Biol., 14 : 517.

- Reay, P.J. (1979). Aquaculture. Edward Arnold Publishers, London.

- Rice, J.A. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, pp : 167.

- Rice, D.A. and Kennedy, S. (1988). In : Haresign, W. and Cole, D.J.A. (eds.) Recent advances in animal nutrition. Butterworths, London, pp : 39.

- Richter, C.J.J. and Goos, H.J. (1982). Int. Symp. on Reprod. Physiol. of fish,

Wageningen, The Netherlands, Pudoc.

- Ridelman, J.M. (1981). M.S. Thesis, Univ. of Washington, Seattle, USA.
- Robb, A.P. and Hislop, J.R.G. (1980). J. Fish Biol., 16 : 199.
- Robertson, D.A. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R.J. (eds.) Recent advances in aquaculture, Vol. 2, Croom Helm, Westview Press, London, pp : 1.
- Roche (1976). Vitamin Compendium, F. Hoffmann - LaRoche & Co. Ltd., Basle, Switzerland.
- Roche (1991). New Chart "Recommended Vitamin Supplementation for Domestic Animals 1991/92". F. Hoffmann-LaRoche AG., Basel.
- Ross. B. and Jauncey, K. (1981). J. Fish Biol., 19 : 333.
- Ross, L.G. and Ross, B. (1984). Anaesthetic and sedative techniques for fish. Institute of Aquaculture, Univ. of Stirling, Scotland.
- Roubal, F.R., Bullock, A.M., Robertson, D.A. and Roberts, R.J. (1987). J. Fish Dis., 10 : 181.
- Royce, W.F. (1972). Introduction to the Fishery Sciences. Academic Press, N.Y.
- Russo, R.C. and Thurston, R.V. (1977). EPA-Rep. 600 : 3.
- Ryzhkov, L.P. and Polina, A.V. (1988). Nutr. Abst. and Rev., 58 ; 9 : 3884.
- Sadler, K. (1979). J. Fish Biol., 15 : 499.
- Sagua, V.O. (1979). J. Fish Biol, 15 : 61.
- Said, M.Z.M. (1983). Malays. Appl. Biol., 12 : 31.
- Salama, M.E. (1989). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 14 : 177.
- Salama, M.E., Soliman, A.K. and Eassa, M.A. (1989). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 14 : 493.
- Saleh, H.H. and El Karashily, A.F. (1987). FAO Fish Rep. No. 32 : 216.
- Samuel, M., Mathews, C.P. and Bawazeer, A.S. (1987). In : Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (eds.) Age and growth of fish. Iowa State Univ. Press, Ames, pp : 253.

- Sanchez Muniz, F.J. Higuera, M. De La, Mataix, F.J. and Varela, G. (1978). Proc. Nutr. Soc., 37 : 82.

- Sandnes, K. (1984). In : Wegger, I., Tagwerker, F.J. and Mooustgaard, J.O.H.S. (eds.) Ascorbic acid in domestic animals Workshop, Sept., 1983, Copenhagen, pp : 206.

- Sandnes, K. (1988). Seminar on vitamin Nutrition in Fish, Trondheim, Aug. 1987. F. Hoffmann-La Roche, Basel.

- Sandnes, K. and Braekkan, O.R. (1981). Comp. Biochem. Physiol., 70 : 545.

- Sandnes, K., Julshamn, K. and Braekka, O.R. (1984). In : Wegger, I., Tagwerker, F.J. and Moustgaard, J.O.H.S. (eds.). Ascorbic acid in domestic animals. Workshop, Sept., 1983, Copenhagen, pp : 213.

- Sandnes, K., Ulgenes. Y., Braekkan, O.R. and Utne, R. (1983). Int. Symp. on Salmonid Reproduction, Washington.

- Sandnes, K., Ulgeenes, Y., Braekkan, O.R. and Utne, F. (1984). Aquaculture, 43 : 167.

- Sandnes, K. and Utne, F. (1982). Fish Dir. Skr. Ser. Ernaer., 2 : 39.

- Sauer, D.M. and Haider, G. (1977). J. Fish Biol., 11 : 605.

- Sauer, D.M. and Haider, G. (1979). J. Fish Biol., 14 : 407.

- Sauter, R.W., Williams, C., Meyer, E.A., Celnik, B., Banks, J.L. and Leith, D.A. (1987). J. Fish Dis., 10 : 193.

- Savity, J. Albanese, E. Evinger, M.J. and Kolasinski, P. (1977). J. Fish Biol., 11 : 185.

- Sawyer, D.C. (1982). The Practice of Small Animal Anesthesis. W.B. Saunders, Philadelphia.

- Saxena, P.K. and Mani, K. (1988). Environ. Pollut., 55 : 97.

- Schäperclaus, W.C. (1954). Fischkrankheiten, Verlag Akademie, Berlin.

- Schubert, G. (1979). Übers. Tierernährg., 7 : 31.

- Schubert, G. (1981). Anim. Res. Develop., 14 : 36.
- Schwarz, F.J. and Kirchgessner, M. (1988). Aquaculture, 72 : 307.
- Scott, P.W. (1977). M. Sc. Thesis, Stirling Univ., Scotland.
- Scott, D.B.C. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond., 44 : 105.
- Scott, A.P. and Baynes, S.M. (1980). J. Fish Biol., 17 : 707.
- Scott, A.L. and Rogers, W.A. (1981). J. Fish Biol., 18 : 591.
- Seymour, E.A. (1981). J. Fish Biol., 19 : 675.
- Seymour, E.A. (1981)., Comp. Biochem. Physiol., 70 : 451.
- Shalaby, S.I., Selim, M.K. and Tawfik, M.A.A. (1987). Egypt. J. Vet. Sci., 24 : 63.
- Shaw, S.A. (1986). FAO Fish. Tech. Pap., 276.
- Shehadah, Z.H. (1975). CIFA Tech. Pap., 4.
- Shell, E.W. (1967). FAO Fish. Rep., 3 : 411.
- Shell, E.W . (1967). FAO Fish. Rep., 44 : 253.
- Shireman, J.V., Colle, D.E. and Rottmann, R.W. (1977). J. Fish Biol., 11 : 267.
- Shireman, J.V., Colle, D.E. and Rottmann, R.W. (1978). J. Fish. Biol., 12 : 457.
- Shireman, J.V. and Maceina, M.J. (1981). J. Fish Biol., 19 : 629.
- Siddiqui, N. (1975). Indian J. Exp. Biol., 5 : 54.
- Silva, E.I.L. and DeSilva, S.S. (1981). J. Fish Biol., 19 : 1.
- Singh, S.M. and Ferns, P.N. (1978). J. Fish Biol., 13 : 277.
- Singh, R.P. and Srivastava, A.K. (1985). Auaculture, 49 : 307.
- Sinnhuber, R.O. and Wales, J.H. (1978). In : Wyllie, T.D. and Morehouse, L.G. (eds.) Mycotoxic fungi, mycotoxins, mycotoxicoses, Vol. 2, Marcel Dekker, N.Y. and Basel, PP : 489.
- Sir, R.F., Ives, P.J.. Jones, D.M., Lewis, D.H. and Haensly, W.E. (1979). J. Fish Biol., 14 : 179.

- Sivarajah, K., Franklin, C.S. and Williams, W.P. (1978). J. Fish Biol., 13 : 401.

- Slack, E.B. (1974). Indo-Pacific Fish. Coun., FAO, Bangkok, 15 : 70.

- Smart, G.R. (1978). J. Fish Biol., 12 : 93.

- Smit, G.L.. and Hattingh, J. (1980). J. Fish Biol., 17 : 337.

- Smit, G.L., Hattingh, J. and Burger, A.P. (1979). J. Fish Biol., 15 : 633.

- Smit, G.L., Hattingh, J. and Ferreira, J.T. (1981). J. Fish Biol., 1 : 147.

- Smith, R.P. (1975). Cornell Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, Ithaca, New York, pp : 43.

- Smith, A.C. and Ramos, F. (1976). J. Fish Biol., 90 : 537.

- Smith, A.C. and Ramos, F. (1980). J.Fish Biol., 17 : 445.

- Smith, H.T., Schreck, C.B. and Maughan, O.E. (1978). J. Fish Biol., 12 : 449.

- Soivio, A. and Oikari, A. (1976). J. Fish Biol., 8 : 397.

- Soliman, A.K., Jauncey, K. and Roberts, R.J. (1986). Aquaculture, 59 : 197.

- Soliman, M.K., OMAR, E.A., Chakraborty, T.and Hetrick, F.M.(1989). 3rd Egypt. - British Conf. on Anim., Fish and Poult. Prod., Alex., pp : 813.

- Solomon, D.J. (1977). J. Fish Biol., 11 : 363.

- Solomons, N.W. and Viteri, F.E. (1982). Am. Chem. Soc., Washington.

- Sonnemann, E. (1975). Anim. Res. Develop., 2 : 107.

- Sparre, P., Ursin, E. and Venema, S.C. (1989). FAO Fish Tech. Pap., 306.

- Spry, D.J. and Wood, C.M. (1984). J. Comp. Physio. 154 : 149.

- Srivastava, A.K. and Mishra, S. (1979). J. Fish Biol., 14 : 199.

- Stacey, N.E., Cook, A.F. and Peter, R.E. (1979). J. Fish Biol., 15 : 349.

- Stanley, J.G. and Jones, J.B. (1976). J. Fish Biol., 9 : 523.

- Staples, D.J. and Nomura, M. (1976). J.Fish Biol., 9 : 29.

- Staffens, W. and Albrecht, M. - L. (1984). Arch. Tierernährg., 34 : 103.

- Stirn, J. (1981). FAO Fish. Tech. Pap., 209.

- Strasdine, G.A. (1979). J. Fish Biol., 15 : 135.

- Stroband, H.W.J. (1977). J. Fish Biol., 11 : 167.

- Subramanian, A.N., Tanabe, S., Tatsukawa, R. Saito, S. and Miyazaki, N. (1987). Marine Pollution Bulletin, 18 : 643.

- Suckcharoen, S. and Lodenius, M. (1980). Water, Air and Soil Pollution, Int. J. Environ. Pollution, 13 : 221.

- Sukhoverkhov, F.M. (1967). FAO Fish Rep., 44 : 400.

- Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (1987). Age and Growth of Fish. Iowa State Univ. Press / Ames.

- Swift, D.J. (1978). J. Fish. Biol., 13 : 7.

- Swift, D.J. (1981). J. Fish Biol., 19 : 45.

- Teoh, B.L. (1974). Indo-Pacific Fish. Coun., FAO, Bangkok, 15 : 76.

- Thiel, H. (1976). Anim. Res. Develop., 4 : 7.

- Thillart, G. van den and Smit, H. (1984). J. Comp. Physiol., 154 : 477.

- Thomas, D.G. (1984). Ph. D. Thesis, Univ. of Wales, Gardiff, U.K.

- Thomas, P., Bally, M. and Neff, J.M. (1982). J. Fish Biol., 20 : 183.

- Thompson, K.W. and Lewis, W.M. (1970). Amer. Fish Former, 1 : 18.

- Thorpe, J.E. (1977). J. Fish Biol., 11 : 55.

- Tiews, K. (1976). Int. Seminar on Fisheries Resources and their Management in Southeast Asia, Berline 1974, DSE/FRB for Fisheries/FAO.

- Tolbert, B.M. (1979). Int. J.Vit. Nutr. Res. Suppl., 19 : 127.

- Tooby, T.E., Lucey, J. and Stott, B. (1980). J.Fish Biol., 16 : 591.

- Tsai, C., and Chang, K. (1981). J. Fish Biol., 19 : 683.

- Tytler, P. and Calow, P. (1985). Fish energetics, new perspectives. Croom Helm,

London.

- Ursin, E. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond., No. 44 : 63.
- Van Banning, P. (1980). J. Fish Biol., 17 : 305.
- Van Der Elst., R.P. and Wallace, J.H. (1976). J. Fish. Biol., 9 : 371.
- Van Der Spoel, S. and Heyman, R.P. (1983). A comparative atlas of zooplankton. Springer-Verlag, Berlin.
- Van Dyke, J.M. and Sutton, D.L. (1977). J. Fish Biol., 11 : 273.
- Vanni, M.J. (1986). Ecology, 67 : 337.
- Verma, M.N. (1970). Prog. Fish. Cultl, 32 : 222.
- Vetter, E.F. (1988). Fishery Bulletin, 86 : 25.
- Viola, S. (1977). Bamidgeh, 29 : 29.
- Völker, L. (1977). Übers. Tierernährg., 5 : 185.
- Wahli, T., Meier, W. and Pfister, K. (1986). Acta Tropica, 43 : 287.
- Walker, A. (1975). Proc. Nutr. Soc., 34 : 65.
- Waller, W.T. and Lee, G.F. (1979). Environ. Sci. Technol., 13 : 79.
- Walter, G.R. and Plumb, J.A. (1980). J. Fish Biol., 17 : 177.
- Walton, M.J., Coloso, R.M., Cowey, C.B., Adron, J.W. and Knox, D. (1984). Br. J. Nutr., 51 : 279.
- Wankowski, J.W.J. and Thorpe, J.E. (1979). J. Fish Biol., 14 : 351.
- Ward, B. (1985). The aquarium fish, survival manual. Macdonald, London.
- Ward, G.S. and Parrish, P.R. (1982). FAO Fish. Tech. Pap., 185.
- Warner, M.C. Tomb, A.M. and Diehl, S.A. (1979). J. Fish Biol., 15 : 141.
- Warner, M.C. and Williams, R.W. (1977). J. Fish Bil. 11 : 385.
- Warren, R.G. (1983). Small animal anesthesia. The C.V. Mosby, St. Louis, USA.
- Watanabe, T., Takashima, F., Ogino, C. and Hibiya, T. (1970). Bull. Jap. Soc. Sci.

Fish., 36 : 623.

- Waterman, J.J. (1978). FAO Fish. Tech. Pap., 16.

- Watson, A.S. (1979). Aquaculture and Algaeculture, Process and Products. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, USA.

- Weatherley, A.H. (1979). Growth and ecology of fish populations. ELBS and Academic Press, London.

- Weatherley, A.H. and Gill, H.S.. (1982). J. Fish Biol., 20 : 165.

- Weatherley, A.H. and Gill, H.S. (1987). The Biology of Fish Growth. Academic Press, London.

- Welch, P.S. (1948). Limnological Methods. Blackiston, Philadelphia, USA.

- Welcomme, R.L. (1979). FAO Fish. Tech. Pap., 194.

- Welcomme, R.L. and Henderson, H.F. (1976). FAO Fish. Tech. Pap., 161.

- Werder, U. (1984). Anim. Res. Develop., 19 : 48.

- Werder, U. and Soares. G.M. (1985). Anim. Res. Develop., 21 : 23.

- Wheeler, A. (1976). J. Fish Biol., 9 : 391.

- Whitfield, A.K. and Blaber, S.J.M. (1976). J.Fish Biol., 9 : 99.

- Whittler, K.J. (1985). Proc. Nutr. Soc., 44 : 19.

- Wickler, W. (1973). The Marine Aquarium. T.F.H. Publication, The British Crown Colony of Hong Kong.

- Williams, E.M. and Eddy. F.B. (1988). Aquatic Toxicology, 13 : 13 & 29.

- Williams, R.W. and Warner, M.C. (1976). J. Fish. Biol., 9 : 491.

- Wirtz, P. and Davenport, J. (1976). J. Fish. Biol., 9 : 67.

- Woodhead, A.D. (1979). Symp. Zool. Soc.Lond., 44 : 179.

- Wootton, R.J. (1979). Symp. Zool. Soc. Lond., 44 : 133.

- Worthmann, H. and De Oliveira, J.L. (1987). Anim. Res. Develop., 25 : 7.

- Woynarovich, E. and Horvath, L. (1980). FAO Fish. Tech. Pap., 201.
- Wrede, W.L. (1932). Z. Vergl. Physiol., 17 : 510.
- Wright, D.A. and Davison, A.W. (1975). Environ. Pollut., 8 : 1.
- Wurtshaugh, W.A. and Davis, G.E. (1977). J.Fish Biol., 11 :87 & 99
- Yaron, Z., Cocos, M. and Salzer, H. (1980). J. Fish. Biol., 16 : 371.
- Yashouv, A. (1969). Bamidgeh, 21 : 19.
- Zonneveld, N. and Zon, H.V. (1985). In : Muir, J.F. and Roberts, R. J. (eds.) Recent advances in aquaculture, Vol. 2, Croom Helm, London. pp : 119.
- Zucker, H. (1978). Anim. Res. Develop., 7 : 131.

فهـرس الكتاب

الموضوع | الصفحة

مقـــدمة ٩

الجزء الأول : الأسس النظرية لإنتاج الاسماك ورعايتها ١١

البــاب الأول : موقع الأسماك من المملكة الحيوانية ١٣
الفصل الأول : تعريف الأسماك ١٥
الفصل الثاني : تصنيف الأسماك ١٧
الفصل الثالث : أهمية وقيمة الأسماك ٢٩
أولا : كغذاء للإنسان ٢٩
ثانياً : كغذاء للحيوان (والإنسان) ٣٤
ثالثاً : كزينة ٣٤
رابعاً : كرياضة وترفيه ٣٨
خامساً : كوسيلة مقاومة بيولوجية ٤٠
سادساً : كاستخدام علمى ٤١
سابعاً : فى الصناعة ٤١
أضرار ومخاطر السمك ٤١

الباب الثانى : أجزاء جسم الأسماك ووظائفها ٤٥
الفصل الأول : الشكل الخـــارجي والجلــد والحــواس والأعصاب ٤٧
الفصل الثانى : الجهاز العضلى والعظمى والحركة والنمو والعمر والنفوق ٥٧
الفصل الثالث : الجهاز الهضمي والتغذية ٩١
الفصل الرابع : أجهزه التنفس والإخراج ١٨١
الفصل الخامس : الجهاز التناسلى والتفريخ ١٩٣
الفصل السادس : الجهاز الدورى والغدد الصماء ٢١٥

الباب الثالث : بيئة الأسماك ٢٣٩
الفصل الأول : الخواص الطبيعية للماء ٢٤٣
الفصل الثانى : الخواص الكيميائية للماء ٢٤٧

الجزء الثانى : الأسس العملية لإنتاج الاسماك ورعايتها ٢٥٥
الباب الأول : الاستزراع السمكي ٢٥٧
الفصل الأول : مقدمة تاريخية ٢٥٩
الفصل الثانى : موقف الإنتاج السمكى ٢٦١
الفصل الثالث : مصادر الأسماك فى مصر ٢٧١
الفصل الرابع : أنواع الأسماك التجارية ٢٨١

الباب الثانى : الاستزراع وأنواعه ومتطلباته ٣٢٥
الفصل الأول : تقديم لأنواع المزارع ٣٢٧
الفصل الثانى : الأحواض ٣٦٣
الفصل الثالث : الأقفاص ٣٩٣
الفصل الرابع : حقول الأرز ٤٢١
الفصل الخامس : الإنتاج المكثف ٤٢٥
الفصل السادس : الصيد ٤٢٩
الفصل السابع : الحفظ والجودة ٤٥١
الفصل الثامن : التحاليل المعملية ٤٦١

الباب الثالث : الأمراض ٤٦٩
الفصل الأول : الأمراض الغذائية ٤٧٣
الفصل الثانى : أمراض الرعاية والإدارة (البيئة) ٤٩٥
الفصل الثالث : أمراض التلوث ٥١١
الفصل الرابع : الأمراض الطفيلية ٥٣٥
الفصل الخامس : الأمراض الميكروبية ٥٤٣
الفصل السادس : المقاومة والعلاج ٥٥٩

الباب الرابع : تربية واقتصاديات الأسماك ٥٨١
الفصل الأول : تربية الأسماك ٥٨٣
الفصل الثانى : اقتصاديات الأسماك ٥٩٣

ملحق ٦٠٧

مراجع الكتاب ٦٢٥

فهرس الكتاب ٦٥٧

رقم الإيداع : ٣٦٦٧/ ١٩٩٤م

I. S. B. N : 977-5526 -04-1

مطابع الوفاء ـ المنصورة
شارع الإمام محمد عبده المواجه لكلية الآداب
ت: ٣٤٢٧٢١/٣٥٦٢٢٠/٣٥٦٢٣٠
ص.ب: ٢٣٠ فاكس ٣٥٩٧٧٨

وردت أخطاء مطبعية غير مقصودة ؛ لذا وجب التنبيه عليها

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٥	٤	٣	٣٠
١٥	٢٠	عقاب البحر والسماك	عقاب البحر أوالسمّاك
١٥	٢٦	تخلق	تخلقه
٢٠	٨	المولف	المؤلف
٢٤	١٥	هذه ، ويكون	هذه يكون
٣٤	٢	توجد	توجه
٣٤	١١	والبتيدات	والببتيدات
٣٤	١٧	على رجة	على درجة
٣٦	١٤	الرافنيا	الدافنيا
٣٨	١٩	٤٠٠ إلى ٥٠	٤٠٠ إلى ٥٠٠
٣٨	٢٤	ومعات	ومعدات
٤١	٥	كاستخدام عملى	كاستخدام علمى
٤٣	٦	والجرى	القرموط
٤٣	٩	وتكيز	وتركيز
٥٠	١١	للميلانية	للميلانين
٥٣	٢٧	المثاتة	المثانة
٥٥	٣	١ : ٢,٩ X ١٠^{١٨}	١ : ٢,٩ X ١٠$^{-١٨}$
٥٥	٢٤	يغذى	تغذى
٥٧	٧	نسيج خام	نسيج ضام
٥٩	٢٢	Somati Growth	Somaiic Growth
٦٠	١	سواد	سواء
٦٠	٩	العضيلة	العضلية
٦٠	٢٩	بنيها	بينها
٦١	٣	Condition Factor	Condition Factor(K)
٦٤	٢٧	Curves Sigmoidal Growth	Sigmoidal Growth Curve
٦٥	٧	(lage)	(loge)
٦٥	٢٧	الطول والزيادة فى الطول (معدل	الطول (A) والزيادة فى الطول (B) معدل

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٦٧	—	مختلة	مختلفة
٧١	٢	بالتحديد	بالتجديد
٧١	١٠	يتحد	يتحدد
٧٢	٢١	Ecosystems Aguatic	Aguatic Ecosystems
٧٤	٢	اصيد	الصيد
٧٤	١٧	للصيد (g) الجزء	للصيد (g) والجزء
٧٥	٨	طريق	طريقة
٧٦	١٤	الذائية	الذائبة
٧٧	١٧	لاتستخم	لا تستخدم
٧٧	٢٦	ومتسهلكة للوقت ومحددة	ومستهلكة للوقت ومحدودة
٧٩	١٣	وتفحض	وتفحص
٧٩	٢٣	المسخدمة فى تحدد	المستخدمة فى تحديد
٨٠	٦	الميروك	المبروك
٨٠	٨	لعمر	العمر
٨٠	٢٥	السمكم	السمك
٨٤	٢	Cpercular	Opercular
٨٦	١	البروتينة	البروتينية
٨٧	١٧	فالنفوق الطبيعى فى السمك	فالنفوق الطبيعى قد ينتج من الافتراس والفيضانات والأمراض كما أن النفوق الطبيعى فى السمك
٨٨	٩	فالنقوق	فالنفوق
٨٩	١٢	« Fi+m)	(Fi+m)
٨٩	١٣	الصيد (Ci)	الصيد (Ci).
٩٣	١٨	وإن شدت	وإن شذت
٩٣	١٩	القاعد	القاعدة
٩٥	١	الجزعى	الجذعى
٩٥	١٧	بحملاتها	بخملاتها
٩٥	٢٨	بنكرياسية نسيجها	بنكرياسية فى نسيجها

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
١٠١	١٠	نمو كفاءة	نمو وكفاءة
١٠٣	٢١	ضرور لحفظ	ضرورى لحفظ
١٠٥	١٤	غذاء أو بيئته	غذاء السمك أو بيئته
١١٩	٢٧	عدين	عديد
١٢٠	١٧	ومقامة	ومقاومة
١٢١	٦	السلفهيدريل	السلفهيدريل)
١٢٤	٢٦	الأوسكجين	الأوكسجين
١٣٣	٦	تبثه	تثبته
١٣٣	١٩	الخيول الخنازير	الخيول والخنازير
١٣٨	١٥	وجلوتية	وجلوتينها
١٤٠	١٤	العظيمة	العظمية
١٥٦	٦	بالجويع	بالتحويع
١٥٧	٢	ومخاطبة	ومخاطية
١٥٩	١	طرفها	طرقها
١٦١	٨	بينم	بينما
١٧١	١١	البروتيد	البروتين
١٧٢	١٢	حرمة	جرمة
١٧٤	١٠	التروات	التراوت
١٧٥	٥	تشر	تشير
١٧٥	٢٨	التروات	التراوت
١٧٦	٣	التروات	التراوت
١٧٦	١٥	وتسجيب	وتستجيب
١٧٨	١	فإنها	فإنه
١٧٨	٢٠	وبالأحماض	والأحماض
١٧٩	١٤	الزنك (٢٠)	الزنك (٢٠
١٨٥	٢٣	اليويا	اليوريا
١٨٥	٢٦ – ٢٨	زانثين ⟶ الانتوين	زانثين ⟵ الانتوين
١٨٦	٥	تختف	تختلف
١٨٩	١٧	k+ فى مخاطية	k+ يعقبها زيادة إسموزية الماء ،=

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
			ويزداد نشاط الإنزيم فى مخاطية
١٨٩	٢٧	عن	عند
١٩٠	٢٠	تخفض	تخفضة
١٩١	٣	للماء ويحدث	للماء المالح ويحدث
١٩٣	٣	بالأسماك	فى الأسماك
١٩٣	٤	مبيض	مبيضين
١٩٣	٢٣	عد	عدد
١٩٤	٧	١,٧ مم	٠,٧ مم
١٩٥	٢	دجة	درجة
١٩٥	١٠	٣,٦ شتاء	٣,٦ م شتاء
١٩٦	١١	البيض	البيضة
١٩٨	٢١	قدر	قد
٢٠٠	٢	الحررة ربما	الحرارة ربما
٢٠٥	٢٥	التحضين عى	التحضين على
٢٠٧	٦	صناعيًا على صغار	صناعيًا على صفار
٢١٦	٧	العظيمة	العظمية
٢٢٠	١٥	٠,٥ مل / مل	٠,٥ مل / لتر
٢٢٠	٢٤	فراز	إفراز
٢٢١	١٥، ١٧	تخديدرها	تخديرها
٢٢٢	٢٤	١ ـ فينوكس	١ ـ ٢ ـ فينوكس
٢٢٣	١٩	رفيقة	رفيعة
٢٢٥	٥	بالأوكجسين	بالأوكسجين
٢٢٧	٢٧	كالسيم	كالسيوم
٢٢٨	١٥	بما	ربما
٢٢٨	٢٨	وزن جم / أسبوع	وزن جسم / أسبوع
٢٢٩	١٦	عهلف	علف
٢٣١	٢٨، ٢٩	الستوكروم أوكيداز	السيتوكروم أوكسيداز
٢٣٣	٢٠	تنبيه	بتنبيه
٢٣٣	٢٧	تركيز	تركيزات

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٢٣٣	٢٨	مما	كما
٢٣٦	٥	الفرض	الغرض
٢٣٦	٢٥	وإتاج	وإنتاج
٢٤٢	٢	الأنبياء : ٣	الأنبياء : ٣٠
٢٤٢	٤	ويخرج	يخرج
٢٤٢	٦	سائع	سائغ
٢٤٢	٩	والأرضين	والأراضين
٢٤٤	٢	تؤدى رلى	تؤدى إلى
٢٤٦	٣	الفطرية فى الماء	الفطرية . فالماء
٢٤٩	١٢	الماد	الماء
٢٥٠	٢	وتسوى	وتسوء
٢٥١	٢٤	المعادة	المعادلة
٢٥١	٢٥	الكلورنيتى فى الألف ،	الكلور ينيتى فى الألف) ،
٢٥٢	٢٤	لاتزيد عن ٥ جم	لا تزيد عن ١٥ جم
٢٥٣	٨	(V p H)	(v p H)
٢٥٣	٢٣	اختزالها	اختزانها
٢٥٩	٧	واستبطت	واستنبطت
٢٥٩	٩	ويرى	ويربى
٢٦٢	٢١	١ ــ ١٠ طن / كجم٢ /	١ ــ ١٠ طن / كم٢ /
٢٧٠	٨	ومقاوتها	ومقاومتها
٢٧٣	١٧	المتوسط وقارون	المتوسط . وقارون
٢٧٩	١٠	شكل ٩ فى	شكل ٩ــ ب فى
٢٨٠	٧	مصر والنيل	مصر . والنيل
٢٨٢	١٧	السيجان والوقار	السيجان (بطاطا) والوقار
٢٨٧	٦	شلبة دهبية الرأس	دنيس (شلبة دهبية الرأس)
٢٨٧	٧	بورى أحمر	بربونى (بورى أحمر)
٢٨٧	١٩	Malapterurus	Malapterurus electricus
٢٨٨	٢٠ ، ٢١	الزعنقة الصدرية	الزعنفة الظهرية

الصفحة	السطر	الخطـــأ	الصـــواب
٢٨٨	٢٢	عمر وحجما	عمرا وحجما
٢٩٢	١	منذ حوالى ١٨ مليون سنة . وفى الفترة ١٩٠٩ ـ ١٩١٦ تم تصنيف البلطى	تشطب للتكرار
٢٩٢	٣٠	جسم الماء	جسم الماء)
٢٩٥	١٨	وتقدم	وتقوم
٢٩٦	١٤	polycultrre	polyculture
٣٠١	١٨	٢٠ . ٣٠	٢٠-٣٠
٣٠١	٢٢	مود	مواد
٣٠٤	٥	شكل ١٠	شكل ٩ ـ ب
٣٠٦	الأخير	راية منقطة	الشبين (راية منقطة)
٣٠٧	٢١	شكل ١١	شكل ٩ ـ أ
٣٠٧	٢٧	فى أناء	فى أثناء
٣٠٨	١٩	داية	بداية
٣٠٩	١٥	وفى الماء	وفى المساء
٣٠٩	٢٣	شكل ١٢	شكل ٩ ـ أ
٣١٠	٢٠	الحارة علاقة حجم ←	الحارة →
٣١٠	٢١	الجسم وعدد . . .	علاقة حجم الجسم . . .
٣١١	١	موتية	مواتيه
٣١٥	٧	لمبرك	لمبروك
٣١٦	٨	مثل	قبل
٣١٦	٢٠ ، ٢١	المسيب لهرمون الجسم الأصغر	المحرر لهرمون الجسم الأصفر
٣١٦	٢٣	كجم جرعتين	كجم فى جرعتين
٣١٧	١٢	لمبرك	لمبروك
٣١٩	٢٠	بورى مخطط	بورى (بورى مخطط)
٣١٩	٢١	بورى ذهبى ayratus	دهبان أو هليلى (بورى ذهبى) auratus
٣١٩	٢٢	بورى ذو شفة رفيعة	طوبار (بورى ذو شفة رفيعة)
٣١٩	٢٣	بورى ذو شفة غليظة	جباش أو فحار (بورى ذو شفة

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
			غليظة)
٣١٩	٢٧	فتضع	فتضع الأم الواحدة حوالى ٥ ـ ٧,٢ مليون بيضة .
٣٢١	—	البورى الأحمر	البربونى (البورى الأحمر)
٣٢٧	١٢	نياسين	نياسين ،
٣٢٨	٢٧	البلاد وجود	البلاد ووجود
٣٣١	١٨	سنة	سعة
٣٣٣	٨	فيتسخدم	فيستخدم
٣٣٣	٢٣	١١ ـ الحواشات :	١١ ـ الحواشات (الطواويل) :
٣٣٤	٦	مربى طبيعى للسمك	حظائر (مربى طبيعى للسمك)
٣٣٦	٦	٨,٩ طن / هكتار / سنة) مع الخنازير	٨,٩ طن / هكتار / سنة مع الخنازير)
٣٣٧	٩	منطمة	منظمة
٣٣٧	٢٨	فزيد مـ ـصول	فيزيد محصول
٣٣٩	١١	ازواج	ازدواج
٣٣٩	٢٧	تـ ربية البصـ	تربية البط
٣٤٠	١٣	ونزرع	وتزرع
٣٤٠	الأخير	أحواضـ	أحواضه .
٣٤٣	١٦	الاقتصادة	الاقتصاد
٣٤٥	٦	عن	من
٣٤٥	٨	بالعباسية	بالعباسة
٣٤٥	٩	وضغط خالد	وصفط خالد
٣٤٥	٢٢	لإنتاج ٥	لإنتاج ١٥
٣٤٩	٧	وحل الأوكسين	وحل الأوكسجين
٣٥٠	—	عنوان الصورة السفلى يسار Melt and fuse the ends	plastic bag with water
٣٥٤	١	١٠٠ كجم ـ ٤٠٠ طن	١٠٠ كجم ـ ٤٠٠٠ طن
٣٥٤	٨	النسوى	السنوى
٣٥٥	١١	باختيار أمهار	باختيار أمهات

الصفحة	السطر	الخطــأ	الصــواب
٣٥٦	٩	وتايوان اليابان	وتايوان واليابان
٣٥٧	٢٣	للتفريغ	للتفريغ
٣٥٩	١٨	حوالى ٥٠ جم	حوالى ٤٥٠ جم
٣٦٠	الأخير	قفذ	قفز
٣٦٤	٦	وتحتوى حماض	وتحتوى أحماض
٣٦٤	٩	قدرة الطفل ٣ ـ ٧	قدرة الطفل Clay ٣ ـ ٧
٣٦٤	١٩	عن	عند
٣٦٥	٦	وعلى ph وحوالى	وعلى pH ٥ وحوالى
٣٦٥	١٨	باستمار	باستمرار
٣٦٥	الأخير	والحيواتية	والحيوانية
٣٦٦	٣	زاد بعد كلمة « الطحالب »	عند ملء الحوض بالماء .
٣٦٦	١٦	سوء	سواء
٣٦٦	١٩	ويجب ن	ويجب أن
٣٧٠	٢٢	كلاب البحر	كلاب الماء
٣٧٢	٧	. / المستخدمة	المستخدمة
٣٧٣	٢	الايلدرين	الديلدرين
٣٧٣	١١	مجراف احد	مجراف واحد
٣٧٤	٢٤	الكافية	الطافية
٣٧٥	١٥	الخاضمية	الحامضية
٣٧٦	٢٤	بمر المباشر .	غير المباشر وتعاقب المحاصيل حيوانية ونباتية يعتبر فى حد ذاتة نوعا من التسميد العضوى نتيجة ما تخلفه فى التربة وله فعل تسميدى فقبل ملء الحوض قد يزرع بالحبوب والبقول فتعمل المادة الخضراء الصغيرة كسماد عضوى جيد ، تربية الماشية والدواجن وتغذيتها قرب الأحواض تعتبر مصدرا منتظما

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
			للمادة العضوية للحوض .
٣٧٧	٣	لزيارتها	لزيادتها
٣٧٧	٨	السائل بالمادة	السائل الغنى بالمادة
٣٧٧	٢٩	وعاد	وعباد
٣٧٨	٩	anoxc zones	anoxic zones
٣٧٩	١٩	وتتم عمية	وتتم عملية
٣٨٣	١١	أوكسجيتها	أوكسجينها
٣٨٣	٢٦	كلب البحر	كلب الماء
٣٨٥	٦	ياضاف	يضاف
٣٨٥	١٧	قد	قدر
٣٨٧	٦	المقرة	المقررة
٣٩٠	٦	٥٥٠م	٥٥٠ جم
٣٩٤	—	————	أعلا أول صوره ترقم الأقفاص ، بالترتيب من اليمين ١ ، ٢ ، ٣
٣٩٥	٣	دهانها منها أو	دهانها أو
٣٩٨	٥	الضخم (كركدن)	الضخم أو الاستاكوزا (كركدن)
٣٩٨	٩	cages	تشطب للتكرار
٣٩٨	٩	رؤوس الثعبا	رؤوس الثعبان
٣٩٩	٢٠	فقدت	فقد
٤٠٠	٢	ضغيفة	ضعيفة
٤٠٠	٧	قيمة ن pH	قيمةpH
٤٠٣	٢	يمنها	يمكنها
٤٠٣	٩	المسئولية	المسؤولة
٤٠٣	٢٥	لخـ ض	لخفض
٤٠٧	١٢	المحض	المحضن
٤٠٧	٢٤	جراءات	جرارات
٤٠٨	١٠	اجم (٥٠م)	اجم (٥٠ مم)
٤٠٩	١	يحب	يجب
٤١٠	١٥	احتيايجاتة	احتياجاتة

الصفحة	السطر	الخـطـأ	الصواب
٤١٤	١٦، ١٩	سكشى	سيكى
٤١٥	١٣	ويمن	ويمكن
٤١٥	٢١	المفرسات	المفترسات
٤١٥	٢٧	وتظهر	وتطهر
٤١٦	٨	تلف	تلفة
٤١٩	٦	نيلون بدون عقد أو شباك بولى إينيلين	نيلون أو شباك بولى إيثيلين
٤٢١	٢٥	يحصد السمك بالتناوب .	يحصد السمك والأرز بالتناوب.
٤٢١	٢٧	مرة للسمك	ومرة للسمك
٤٢١	٢٨	السمك الناتج الناتج	السمك الناتج
٤٢٢	١٨	٣ – ٥ فى اسابيع	٣ ـ ٥ سم فى ٥ أسابيع
٤٢٣	٢٤	١٠٠ عين ٥٠ سم طولى	١٠٠ عين / ٥٠ سم طولى
٤٢٣	٢٦	بعد أيام	بعد ١٠ أيام
٤٢٥	١٢	فى كثر من	فى كثير من
٤٢٩	٣	بعد صيد	يعد صيد
٤٣٠	٤	وطراحات	وعدة جر
٤٣٠	٥	وشباك الرمى	وطراحات
٤٣٢	٦	وتصادو	وتصاد
٤٣٢	٨	بالشباك التى	بالشباك فى الأحواض التى
٤٣٢	١٧	تغرو زين	تفروزين
٤٣٣	٩	فخ trap nets ، شباك رمى	فخ (جوبيه) trap nets ، طراحات
٤٣٦	٣	شباك طراحة	عدة الجر
٤٣٩	١٢	ضارات	سنارات
٤٤١	١٣	أولومنيوم الغطاسات	ألومنيوم . الغطاسات
٤٤٦	١٢	سكرونة	سكروتة
٤٤٨	٥	ارياح	الرياح
٤٤٨	١٩	وارتفعت مواجه	وارتفعت أمواجه
٤٥٢	١٨	غامق معه	غامق لونه

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٤٥٤	١٢	والقواع	والقواعد
٤٥٦	٧	عل . ١٨°م	على ـــ ١٨° م
٤٥٨	١	لتلف	للتلف
٤٦٤	الأخير	نماذج مختلفة لشباك (مغرفة	نماذج مختلفة لشباك ملقف(مغرفة
٤٦٥	٢٧	٣,٥ للي ١٧٠	٣,٥ مللى ١٧٥
٤٦٦	٢٥	كربون ن / م٢	كربون / م٢
٤٧٣	١٠	أو بعد	أو بعض
٤٧٧	٢	تنفش	تنفس
٤٧٨	—	——	ترقم الصورة اليمنى (١) واليسرى(٢)
٤٧٩	—	——	ترقم الصورة اليمنى العليا (٣) بدلا من (٤) والصورة اليسرى العليا (٤) بدلا من (٣)
٤٨١	—	——	فى عنوان الصورة : أسفل ← (يسار) ، أعلى (يمين)
٤٨١	٩	التواء الغطاء الخشومى	(تحذف)
٤٨٢	١٧	بالسلفونامير	بالسلفوناميد
٤٨٤	الأخير	الاسبرجيلسى	الاسبر جيلس
٤٨٥	٩	والقوارص	والقوارض
٤٨٨	٢١	بالافلوتوكسين	بالافلا توكسين
٤٨٨	٢٣	لعام١٨٩٣	١٩٣٣
٤٩١	٦	جزء / بليون	١٣٦,٨ جزء / بليون
٤٩١	٧	تناولت منها	الصغيرة وتناولت فيها
٤٩١	٨	ء / بليون	٢٥٠ جزء / بليون
٤٩١	٩	إلا ات	إلا أن
٤٩١	١٠	ور..ادة	وزيادة
٤٩٢	—	بالاستريجماتوسيتين	بالاستريجماتوسيستين
٤٩٧	١٧	إن	فإن
٥٠٠	٢٣	المتأنية	المتأينة

الصفحة	السطر	الخطـأ	الصـواب
٥٠١	٥	والبروتيد	والبروتين
٥٠١	١٣	لبلطى	البلطى
٥٠٢	٢١	١٠ ـ ٥	١٠ ـ ١٥
٥٠٢	٢٤	p . parvum	(تحذف)
٥٠٢	٢٥	الضوء	الضوئى
٥٠٤	٢٢	phycotox ims	phycotoxins
٥٠٧	١٦	atters	otters
٥١١	٨	والنيلك	والنيكل
٥١٢	١٢	الحرة	الحارة
٥١٣	٤من أسفل	والصناعى ، وكمات	والصناعى ، خلال ترعة النوبارية، بالإضافة إلى عدة مصبات أخرى للصرف غير المعالج وكميات
٥١٣	٢من أسفل	والماغنسيوم الكبريتات	والماغنسيوم والكبريتات
٥١٤	١١	إلا	إذ
٥١٥	١٢	سيوله	سيول
٥١٥	١٦	كيماتها	كمياتها
٥١٦	١٩	أحماض قلويات	أحماض وقلويات
٥١٧	٢٢	الضوى	الضوء
٥١٨	٨	١, ٥ م	١٥ْم
٥١٨	٢١	antagoism	antagonism
٥١٩	٢	١٠٠ مجم	١٠٠٠ مجم
٥٢٠	٧	سلفنيلاميد	سلفانيلاميد
٥٢١	١٦	الدرين ـ ديلورين	الدرين ـ ديلدرين
٥٢١	٢١ ، ٢٢	اندروسلفان	اندوسلفان
٥٢١	الأخير	استرات ڤانالات	استرات فاثالات
٥٢٣	١	كما تحويل	كما فى تحويل
٥٢٣	٥	الأثراء	٤ ـ الأثراء
٥٢٣	٩	للكوريد	للكلوريد
٥٢٣	١٩	التراوت ، ينما	للتراوت ، بينما

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٥٢٣	٢١	مولى	مولر
٥٢٤	٨	جميع	جمع
٥٢٥	٩	١٣,٦	١,٣٦
٥٢٧	٢٧	على أملاح	على كمية معينة من أملاح
٥٢٨	١	شاذية	شاذة
٥٢٨	٢٢	لجسيمت	لجسيمات
٥٢٩	١٤	تباين	بتباين
٥٢٩	٢٥	والبيوميْد	والبيْومين
٥٢٩	٢٥	وتلب ف	وتليف
٥٣١	٢٦	التلو	التلوث
٥٣٢	١٠	المبدات	المُبيدات
٥٣٢	٢٣	والكلورتيكويدات	والكورتيكويدات
٥٣٣	٥	lannate	lannite
٥٣٣	٢٤	ميثداشن	مثيداشن
٥٣٤	٤	الاختلاف	الاختلافات
٥٣٥	١٣ ، ١٤	ابتدائية	أولية
٥٣٦	في عنوان	الصورة العليا :Ichthybodo	Ichthyobodo
٥٣٧	١٤	ويعالة	ويعالج
٥٣٩	١	الإ بتدائية	الأولية
٥٣٩	٣	العليق	العلق
٥٣٩	٧	Gyptobia	Cryptobia
٥٣٩	١٠	الكبريتو بيا	الكريتو بيا
٥٤١	١٨	٢٠٠ سم٣ / ١٠٠ لتر	٢٠٠سم٣ / ١٠٠٠ لتر
٥٤٤	١٧	في كلا	في كل
٥٤٥	١٤	الأسماك	أسماك
٥٤٥	١٦	من	مع
٥٤٥	٢٢	المبرك	المبروك
٥٤٥	٢٤	الكتيريا	البكتيريا
٥٤٦	٢٢	punctrta	punctata

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٥٤٨	١٦	تعزل على	تعزل ويتعرف على
٥٤٨	٢٣	بفعلها للفيتامين	بفعلها المضاد للفيتامين
٥٥١	١٠	علهيا	عليها
٥٥١	١٧	مغ	مع
٥٥١	٢٩	العوم على اللولبية	العوم اللولبية
٥٥٣	١٣	من	مع
٥٥٥	٦	تظ هيفات	وتلاحظ هيفات
٥٥٥	٧	ء وبصبغة	(PAS) أو بصبغة
٥٥٥	٩	فى ت الحادة	فى الحالات الحادة
٥٥٦	٦	الون	اللون
٥٦٠	٢	بذبح الحيوانات	بدفن الأسماك
٥٦٢	١	التركيز	(تحذف)
٥٦٢	الأخير	بمراقبتها	بمراقبة
٥٦٣	٢٧	بالسمك	بالأسماك
٥٦٤	–	———	الرسم الأيمن « صواب » والأيسر « خطأ »
٥٦٦	٤	الانيتجيات	الأنتيجينات
٥٦٦	٥	لأجسام المضادة .	للأجسام المضادة) .
٥٦٦	٥	عن طر	عن طريق
٥٦٦	٦	(بيتا / و (تى)	(بيتا) و (تى)
٥٦٦	٦	المنا .	المناسبة
٥٦٦	٧	للانيتجينات	للانتيجينات
٥٦٦	٨	للممرض	للمرض
٥٦٦	١١	Redmavth	redmouth
٥٦٦	١٢	للأسماك	للأسماك
٥٦٦	٣٤	immvnostimulaant's	immunostimulants
٥٦٦	٣٥	arally	orally
٥٦٧	٢	الانيتجينات	الانتيجينات
٥٦٧	٢١	disinfeclion	disinfection

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٥٦٨	١٨	تى	حتى
٥٦٨	١٩	ببياض	بماء
٥٦٨	٢١	للتطيهر	للتطهير
٥٦٩	١	لا مريض	المريض
٥٦٩	٦	المحتلة	المحتملة
٥٦٩	٩	المرحه	المرض
٥٦٩	١١	متسعلتجنب	متسع لتجنب
٥٦٩	١٢	لا أنواع	الأنواع
٥٦٩	١٦	خواصها المادة	خواصها عن المادة
٥٧٢	٩	٦٧, . جم	٦٧. و .جم
٥٧٢	١٣	بروتوز	بروتوزوا
٥٧٣	٢	الأحد	لأحد
٥٧٣	١٦	الكونينين	الكونيين
٥٧٣	١٨	عدة أيم	عدة أيام
٥٧٣	الأخير	أؤكسيد	أوكسيد
٥٧٤	الأخير	فقد استخدمت	فقداستخدمت الأوكسى تتراسيكلين لعلاج الفيبريوزيس والإريثرودرماتيس وفيريميا الربيع فى المبروك وجدرى السمك، كما استخدم كذلك التراسيكلين العلاج
٥٧٥	٩	العلاج من	المباشر بعدة طرق كالحقن ،
٥٧٥			إدخال العلاج من
٥٧٥	٢٠	للوقا	للوقاية
٥٧٥	٢١	avtomatic	automatic
٥٧٥	٢٦، ٢٨	(مكررة)	(تحذف)
٥٧٦	٦	بالطلك	بالطلق
٥٧٦	الأخير	وهذا يمكن	وهذا يمكن من التحكم فى الطفيليات القشرية بواسطة العوامل البيئية عن طريق إضافة

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
			الكيماويات العلاجية إلى البيئة المائية . فالغنى الشديد للمياة بالمغذيات العضوية قد يميت الكوبيبود Lermaea فى
٥٧٧	١	أكسر	آكر
٥٧٧	٤	Natrapis	Notropis
٥٧٧	١٥	ليذان	ليندان
٥٧٧	١٧	Fimgicides	Fungicides
٥٧٧	١٨	اندروكس	اندركس
٥٧٧	٢٣	فى ظرف مليون	فى ظرف ١٠ ــ ١٥ دقيقة ، كما يستخدم لعلاج العدوى الفطرية للبيض بتركيز ٥ جزء / مليون
٥٧٩	٣	والجولكوز	والجلوكوز
٥٧٩	٤	البروتيد	البروتين
٥٧٩	١٣	نيوراناس	فيوراناس
٥٧٩	١٤	نيفور بير نيول	نيفور بيرينول
٥٧٩	١٨	٢٥ مج / لتر	٢٥ مجم / لتر
٥٧٩	٢٤	٢٠٠٠ ــ ٤٠٠٠ مجم	٢٠٠٠ ــ ٤٠٠٠ مجم / لتر
٥٨٣	٢٠	ترادوكسين	ترادو توكسين
٥٨٤	١٥	يقال	يقلل
٥٨٤	١٦	النسل	التناسل
٥٨٥	١٥	أظهروا وكذلك	أظهروا كذلك
٥٨٦	٢٧	dro	dropsy
٥٨٦	٢٨	ثم خرى	ثم مرة أخرى
٥٨٧	١٤	varianc	variance
٥٨٧	٢٣	الانتاب	الانتخاب
٥٨٧	٢٧	كثير ما أمكن	كثيرا كما أمكن
٥٨٨	١٠	أن	أنه
٥٨٨	٢٠	الوزن . . . . نتيجة	للوزن . . . يتجه

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٥٨٩	١٤	القاريابيليس	الفاريابيليس
٥٨٩	١٤	امفيميلانس	امفيميلاس
٥٨٩	١٥	ليكو ستكتوس	ليوكو ستيكوس
٥٨٩	٢٠	منذ	منه
٥٩٠	١٣	وحد	وجد
٥٩٦	٢١	motorizotion	motorizatian
٥٩٧	٢٣	العيض	العريض
٦٠٤	٥	العالى	الغالى
٦٠٩	شكل ١ ـ أ	الجرنارد ـ السمك الأحمر	الجرنارد ـ السمك الأحمر ـ الفراخ
٦١٠	شكل ١ ـ ب	الراى	الراى (شبين)
٦٢٠	شكل ٨	فى اسم ثانى صورة Bluviatilis	Fluviatilis
٦٢١	شكل ٩ ـ أ	المبروك العادى	المبروك القشرى
٦٢١، ٦٢٢	شكل ٩ ـ أ، ب	بحيرة السد العالى	تجارية
٦٢٥	٢٤	المبروك الفضى ثعبان	المبروك الفضى ـ ثعبان
٦٢٦	٢٥	وجد	وجود
٦٢٨	٢	تزاد الكلمات التالية:	. J . Econ . Entomol . 18 : 265
٦٢٨	٦	Agrwal	Agrawal
٦٢٨	١٧	FAI	FAO
٦٢٨	١٨	Japan.	Japan . E . 47
٦٢٩	٧	Egyjpt	Egypt
٦٣٠	٨	develojping	developing
٦٣٠	١٧	1979	1976
٦٣١	٨	Buch	Buck
٦٣٥	٢، ١١	7	&
٦٣٨	١	Egyjpt J .	Egypt . J .
٦٨٣	٣	Dujpree	Dupree

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٦٤٤	١١	mannals	mammals
٦٤٦	١	Fiosh	Fish
٦٤٦	٩	Bio . ,	Biol . ,
٦٤٧	١٩	1 : 291	19 : 291
٦٤٧	٢٣	Lehrhuch	Lehrbuch
٦٤٨	١٣	7	&
٦٥٠	١٥	Fish	Fisk
٦٥٠	٢٢	Anesthesis	Anesthesia
٦٥١	١٣	Shell , E . w .	Shell , F . w .
٦٥١	٢٠	Auaculture	Aquaculture
٦٥١	٢٤	Sir	Sis
٦٥٢	٦	1 :147	19: 147
٦٥٢	٩	90 :537	9 : 537
٦٥٢	٢٠	physio	physiol
٦٥٢	٢٥	Staffens	Steffens
٦٥٣	١٦	Gardiff	Cardiff
٦٥٣	١٨	Former	Farmer
٦٥٣	٢١	Berline	Berlin
٦٥٤	٩	Cultl ,	Cult . ,
٦٥٤	٢٣	Bil .	Biol .

تصويب أخطاء كتاب

الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها

تأليف

الدكتور / عبد الحميد محمد عبد الحميد
أستاذ بكلية الزراعة ـ جامعة المنصورة